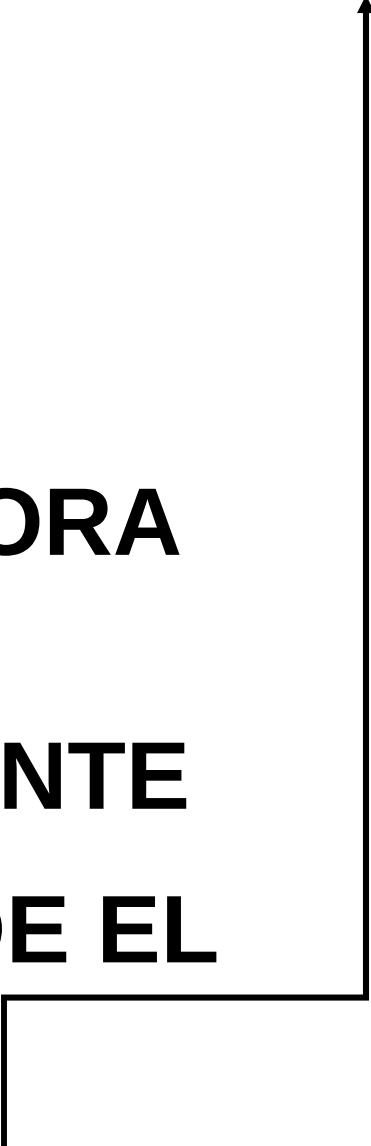


**HOJA SEPARADORA
DEJADA
INTENCIONALMENTE
LE CORRESPONDE EL
FOLIO**



Proyecto Mina de Cobre Panamá

ANEXO XXV

Análisis de la Hidrología del Agua Superficial

Enviado a:

Minera Panamá S.A.

Setiembre 2010

07-1334-0018

TABLA DE CONTENIDO

<u>SECCIÓN</u>	<u>PÁGINA</u>
1 INTRODUCCIÓN	1
2 MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN.....	3
2.1 LÍMITES ESPACIALES.....	3
2.2 TOMAS FIJAS EN EL TIEMPO PARA LA EVALUACIÓN	3
2.3 NODOS PARA LA EVALUACIÓN.....	6
2.4 INDICADORES CLAVE DE LA CANTIDAD DEL AGUA.....	6
2.5 MÉTODOS ANALÍTICOS - GENERALIDADES	7
2.6 MÉTODOS ANALÍTICOS – MODELAMIENTO DE LA RECARGA DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y DEL CAUDAL BASE	8
2.7 MÉTODOS ANALÍTICOS – BALANCE DE AGUA DE LA MINA	10
2.8 MÉTODOS ANALÍTICOS – ESTIMACIÓN DEL CAUDAL MÍNIMO Y EL CAUDAL PROMEDIO	10
2.9 MÉTODOS ANALÍTICOS – ESTIMACIONES DE CAUDALES MÁXIMOS.....	14
2.10 MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO.....	16
3 CAMBIOS EN LOS CAUDALES.....	18
3.1 CAUDALES BASE, FILTRACIONES Y LIBERACIONES DE LA LAGUNA DEL TAJO	18
3.2 CAUDALES PROVENIENTES DEL ÁREA DE DESARROLLO DEL PROYECTO EN LOS LÍMITES DE LAS INSTALACIONES MINERAS QUE DESEMBOCAN EN LAS VERTIENTES AGUAS ABAJO	21
3.3 CAUDALES DURANTE LA ETAPA DE LÍNEA BASE	24
3.4 CAUDALES DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN	26
3.5 CAUDALES DURANTE LA FASE DE OPERACIONES	28
3.6 CAUDALES DURANTE LA FASE DE CIERRE Y POST-CIERRE	30
3.7 CONFIANZA DE LAS PREDICCIONES	34
4 FORMAS DEL TERRENO Y SISTEMAS DE DRENAJE SOSTENIBLES DESPUÉS DEL CIERRE	36
4.1 MÉTODOS DE EVALUACIÓN.....	36
4.2 MITIGACIÓN	38
4.3 IMPACTOS RESIDUALES	40
4.4 CONFIANZA DE LA PREDICCIÓN	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1	Tomas Fijas Evaluadas para Determinar la Cantidad de Agua	4
Tabla 2-2	Nodos de Evaluación para Determinar al Cantidad de Agua	7
Tabla 3-1	Pronóstico de los Caudales Base por Año	19
Tabla 3-2	Pronóstico de los Índices de Filtración Anual Proveniente de la Instalación de Manejo de Relaves.....	20
Tabla 3-3	Predicción de los Índices de Liberación de las Lagunas de los Tajos Durante las Etapas de Cierre y Post-cierre	20
Tabla 3-4	Caudales Provenientes del Área de Desarrollo del Proyecto en las Instalaciones Mineras que Descargarán al Río Petaquilla.....	22
Tabla 3-5	Caudales Provenientes del Área de Desarrollo del Proyecto en las Instalaciones Mineras que Descargarán en el Río Caimito	23
Tabla 3-6	Caudales Provenientes del Área de Desarrollo del Proyecto en las Instalaciones Mineras que Descargarán al Río San Juan	24
Tabla 3-7	Caudales en los Nodos de Evaluación para la Etapa de Línea Base	25
Tabla 3-8	Profundidades del Agua y Anchos Superiores Húmedos en los Nodos P1, C2 y SJ1 para la Etapa de Línea Base.....	25
Tabla 3.9	Caudales en los Nodos de Evaluación para la Fase de Construcción	27
Tabla 3-10	Profundidades del Agua y Anchos Superiores Húmedos en los Nodos P1, C1 y SJ1 en la Fase de Construcción.....	27
Tabla 3-11	Caudales en los Nodos de Evaluación para la Fase de Operaciones	29
Tabla 3-12	Profundidades del Agua y Anchos Superiores Húmedos en los Nodos P1, C1 y SJ1 en la Fase de Operaciones	29
Tabla 3-13	Caudales en los Nodos de Evaluación Para la Fase de Cierre y Post-cierre	31
Tabla 3-14	Profundidades del Agua y Anchos Superiores Húmedos en los Nodos P1, C1 y SJ1 en la Fase de Cierre y Post-cierre.....	32
Tabla 4-1	Criterio de Diseño Propuesto para Desarrollar los Sistemas de Drenaje del Cierre	37
Tabla 4-2	Tiempo que se Necesita para Llenar los Tajos Mineros y la Instalación de Manejo de Relaves con Sedimentos	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1	Concepto de la Separación Hidrográfica	9
------------	--	---

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice A Caudales Mensuales Promedio en los Nodos de Evaluación

1 INTRODUCCIÓN

Minera Panamá S.A. (MPSA), cuyas acciones son propiedad de Inmet Mining Corporation (Inmet), está realizando los estudios de factibilidad para el desarrollo del Proyecto Mina de Cobre MPSA (el Proyecto). El Proyecto propuesto extraerá y procesará mineral de sulfuro de cobre en la Concesión Petaquilla en Panamá. Esta concesión cubre un área de 130 kilómetros cuadrados (km²) y está localizada en el Distrito de Donoso en la Provincia de Colón, en la región Central Norte de Panamá (ver Mapa 1 del Anexo I). La concesión contiene al menos tres yacimientos diferentes de mineral de cobre distribuidos en distintos sectores (Colina, Botija y Valle Grande) y en la actualidad se prevé la explotación de estos yacimientos en tres minas a cielo abierto.

El mineral de sulfuro de cobre será extraído a través de minas a cielo abierto y será procesado utilizando el método de trituración, molienda, flotación y concentrado. El diseño propuesto considera que la alimentación de mineral a la planta procesadora será de 150,000 toneladas por día. Esto será ampliado a 225,000 toneladas por día en 10 años mediante la adición de una tercera línea de procesamiento. El Proyecto exportará concentrado de cobre a través de un puerto que será construido en la costa Caribe en Punta Rincón, el cual estará conectado al Proyecto principal por una ruta de transporte, una línea de transmisión eléctrica y ductos para la transferencia de productos y otros materiales (ver Mapa 1 del Anexo I). Se propone la construcción de una planta de generación de energía a carbón, adyacente al puerto de Punta Rincón. Esta planta tendrá la capacidad de generar 300 megavatios que proveerá energía al Proyecto y estará conectada a la red nacional con líneas de energía que se extenderán desde la mina hasta la subestación eléctrica existente en Llano Sánchez, Distrito de Aguadulce en la Provincia de Coclé.

Los pasos utilizados para evaluar los impactos del Proyecto en los componentes valorados (CVs) de la cantidad del agua superficial son los siguientes:

1. identificación de los límites espaciales de la evaluación;
2. selección de las tomas fijas sobre el tiempo para la evaluación;
3. selección de los nodos de evaluación en los cursos de agua en donde se puede cuantificar los cambios;
4. selección de los indicadores de cambio claves en la cantidad del agua superficial;
5. identificación de las medidas de mitigación y características de diseño para reducir los impactos del Proyecto sobre la cantidad del agua;

6. cuantificación de los cambios en indicadores de cantidad de agua claves, empleando modelos u otras técnicas de análisis adecuadas;
7. comparación de los cambios predichos en el estudio de línea base y los casos del Proyecto, para cuantificar los impactos del mismo sobre estos recursos; y
8. análisis de las posibles medidas de mitigación o mejoras adicionales al diseño ya planeado.

Mientras los componentes 1 al 4 se analizan en la Sección 2, los resultados de la evaluación (componentes 5 a 7) se presentan en la Sección 3. En la Sección 4, se trata acerca las formas del terreno del cierre y de los sistemas de drenaje sostenibles.

2 MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN

2.1 LÍMITES ESPACIALES

Para evaluar la cantidad de agua superficial, se consideró las siguientes áreas de estudio:

- el área de desarrollo del Proyecto (ADP) para las instalaciones portuarias (ADP-P);
- el área de desarrollo del Proyecto (ADP) para las instalaciones mineras (ADP-M); y
- el área de evaluación de impactos (AEI), la cual incluye la zona de posibles impactos.

2.2 TOMAS FIJAS EN EL TIEMPO PARA LA EVALUACIÓN

Esta evaluación cubre las fases de construcción, operaciones y cierre/post-cierre del Proyecto, e incluye una comparación de los resultados con las condiciones de línea base (es decir, de las condiciones existentes antes del desarrollo de la mina). Las tomas en el tiempo se seleccionaron para cada fase del Proyecto, y se presentan en la Tabla 2-1. Las tomas se basan en los resultados obtenidos en el balance del agua de mina (AMEC 2009), el cual ofrece una estimación de los índices de liberación de agua de la mina durante toda la vida del Proyecto hacia las cuencas de drenaje principales, que son las cuencas de los ríos Petaquilla, Botija y Uvero. Cada toma representa un período en el tiempo, con un índice de liberación anual promedio relativamente consistente. Debido a que las actividades de gestión minera varían según la cuenca, existen ciertas variaciones en el tiempo de las tomas entre cuenca y cuenca. Aunque se elaboró un balance de agua actualizado del sitio de la mina para representar el plan de minado actual (AMEC 2010), esta información no alteraría las conclusiones referentes a la importancia de los cambios en la cantidad del agua como resultado de las actividades del Proyecto obtenidos en el balance de agua realizado por AMEC (2009).

En la evaluación, se presentan una o más tomas dentro de cada una de las siguientes fases del Proyecto:

- **Construcción** – el periodo en el cual se está construyendo la infraestructura (es decir, los tajos mineros de las cuencas de los ríos Petaquilla y Botija todavía no están activos).

- **Operaciones** – el periodo durante el cual los tajos mineros están activos (procesos de minado y procesos de llenado); se inicia el proceso de recuperación de las cuencas de los ríos Botija y Petaquilla sólo en las instalaciones de almacenamiento de roca estéril (es decir, la instalación de almacenamiento del suroeste y la instalación de almacenamiento sur de Botija), y se deposita los relaves en la instalación de manejo de relaves (IMR).
- **Cierre/Post-cierre** – el periodo que comienza con el cese de las operaciones. En la primera parte de esta fase, las actividades de recuperación serán continuas (incluyendo la recuperación del área de la IMR), y las lagunas de los tajos se comenzarán a llenar (y por lo tanto no habrá descarga desde las mismas). Al final, se alcanzará el estado de post-cierre de largo plazo del Proyecto, en donde se termina la recuperación y las lagunas de los tajos descargan sus aguas al ambiente receptor.

Tabla 2-1 Tomas Fijas Evaluadas para Determinar la Cantidad de Agua

Cuenca de Drenaje	Fase	Años a los que se Aplica la Toma Fija ^(a)	Año Asumido Para la Toma Fija ^(a)	Descripción
Botija/San Juan	construcción	<0 ^(b)	0	la escorrentía del área de construcción se libera al medio ambiente
	operaciones	0-16	15	no se libera agua al medio ambiente ni del tajo Botija ni de la instalación de almacenamiento de roca estéril Botija Sur
		17-30	25	la escorrentía de la instalación de almacenamiento de roca estéril Botija Sur se libera al medio ambiente
	cierre/ post-cierre	31-38	35	el alto caudal transicional de la laguna del tajo Botija y la escorrentía de la instalación de almacenamiento de roca estéril Botija sur se liberan al medio ambiente
		> 38	75	el caudal final de la laguna del tajo Botija y la escorrentía de la instalación de almacenamiento de roca estéril Botija sur ya rehabilitada se liberan al medio ambiente
Petaquilla	construcción	0-4	4	la escorrentía del área de construcción desbrozada se libera al medio ambiente
	operaciones	5-37	25	no se libera agua al medio ambiente ni de los tajos Colina y Valle Grande ni del depósito de almacenamiento de roca estéril del suroeste

Tabla 2-1 Tomas Fijas Evaluadas para Determinar la Cantidad de Agua (continuación)

Cuenca de Drenaje	Fase	Años a los que se Aplica la Toma Fija ^(a)	Año Asumido Para la Toma Fija ^(a)	Descripción
Petaquilla	operaciones	38-42	40	la escorrentía de la instalación de almacenamiento de roca estéril del suroeste se libera al medio ambiente
	cierre/ post-cierre	43-45	45	el alto caudal transicional de la laguna del tajo Colina y la escorrentía de la instalación de almacenamiento de roca estéril del suroeste se libera al medio ambiente
		46-53	50	el alto caudal transicional de la laguna del tajo Colina y la escorrentía del depósito de almacenamiento de roca estéril del suroeste se libera al medio ambiente
		>53	75	el caudal final de la laguna del tajo Colina (incluyendo la contribución de la laguna del tajo Valle Grande) y la escorrentía del depósito de almacenamiento de roca estéril del suroeste se liberan al medio ambiente
Uvero/Caimito	construcción	<0 ^(b)	0	la escorrentía del área de construcción desbrozada se libera al medio ambiente
	operaciones	0-27	23	los relaves se descargan a la instalación de manejo de relaves
	cierre/ post-cierre	28-30	29	el agua de la instalación de manejo de relaves se deriva al relleno de la laguna del tajo Botija
		31-38	35	se activa los tajos Colina y Valle Grande
		39-42	40	el agua de la instalación de manejo de relaves se deriva al relleno de la laguna del tajo Colina
		>42	75	fin de las actividades mineras

^(a) El año cero corresponde al inicio de las actividades mineras.

^(b) Años previos al inicio de las actividades mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notas: < = menor que; > = mayor que.

2.3 NODOS PARA LA EVALUACIÓN

La calidad del agua se evalúa en los nodos que se presentan en la Tabla 2-2 y que se muestran en el Mapa 29 del Anexo I. Estos nodos de evaluación se ubican en los lugares en donde se los cambios en los caudales de agua pueden causar impacto en los componentes de los aspectos socioeconómicos (Sección 9.4.1 del EsIA), de peces de agua fresca y su hábitat acuático (Sección 9.1.14 del EsIA) y de la calidad del agua (Sección 9.1.7 del EsIA) del Proyecto. En la medida de lo posible, los nodos se ubicaron en las estaciones de monitoreo desarrolladas para los estudios de línea base de la hidrología y de la calidad de agua y sedimentos establecidos para el Proyecto (Estudios de línea Base de hidrología y línea base de calidad de agua y sedimentos, Anexo V y VIII).

Para cada cuenca que forma parte del área de evaluación de los impactos (AEI), que incluyen los ríos Petaquilla, Caimito y San Juan, se asignó un mínimo de dos nodos de evaluación, que por lo general se ubicaron justo aguas abajo del ADP-M y en la parte inferior de la cuenca. La Tabla 2-2 presenta una descripción de la ubicación de cada uno de estos nodos de evaluación. También se calculó los caudales en nodos adicionales para la evaluación de la cantidad de agua, a fin de facilitar la evaluación (Sección 9.1.7 de la EsIA).

2.4 INDICADORES CLAVE DE LA CANTIDAD DEL AGUA

El estudio se basa en la evaluación de indicadores claves en cada nodo de evaluación por cada fase. Los indicadores empleados en la evaluación de la cantidad de agua son estadísticas de caudales que se utilizan comúnmente para describir regímenes de caudal, como por ejemplo:

- caudales anuales y mensuales promedio (caudales promedio);
- el caudal mensual más seco, con un periodo de retorno de 100 años (caudal mínimo); y
- el caudal máximo generado en un evento de precipitación de 24 horas en un período de retorno de 10 años (caudal máximo).

Los cambios en la cantidad de agua conllevarán a cambios correspondientes en la profundidad del agua y de las áreas superiores húmedas de los cursos de agua. Estos dos parámetros se evalúan en los nodos P1, C1 y SJ2, ya que son indicadores claves para el componente de peces de agua dulce y su hábitat acuático del Proyecto (Sección 9.1.14 del EsIA).

Tabla 2-2 Nodos de Evaluación para Determinar la Cantidad de Agua

Cuenca de Drenaje	Nodo	Área de la Cuenca [km ²]	Distancia Aproximada Desde el Límite del ADP-M [km]	Ubicación
Río Petaquilla	P1	21.4	2	en el Río Petaquilla, aguas abajo del ADP y aguas arriba de la comunidad de Nueva Lucha y su sector Fardalito, en la estación de monitoreo de calidad de agua W2
	P2	54.8	9	en el Río Petaquilla, aguas abajo del ADP y aguas arriba de la comunidad de Nueva Lucha y su sector Fardalito, en la estación de monitoreo de calidad de agua W10
	P3	72.3	14	en la toma del Río Petaquilla
Río Caimito	C1	40.4	3	en el Río Uvero, aguas abajo del ADP, en la estación de monitoreo de calidad de agua H4
	C1A	50.6	7	en la toma del Río Uvero, aguas arriba de su confluencia con el Río Rinconcito
	C2	224	11	en el Río Caimito, aguas arriba de la comunidad de Caimito, en la estación de monitoreo de calidad de agua W20
	C3	226	13	en la toma del Río Caimito
Río San Juan	SJ1	16.9	3	en el Río Botija, cerca de la comunidad de San Benito, en la estación de monitoreo de calidad de agua H5
	SJ1A	32.7	6	en la toma del Río Botija, aguas arriba de su confluencia con el Río San Juan
	SJ2	261	9	en el Río San Juan, cerca de la comunidad de Coclesito, en la estación de monitoreo de calidad de agua W7

Notas: km = kilómetros; km² = kilómetros cuadrados; ADP = Área de Desarrollo del Proyecto; ADP-M = Área de Desarrollo del Proyecto para la mina.

2.5 MÉTODOS ANALÍTICOS - GENERALIDADES

Los indicadores clave empleados en los nodos de evaluación para cada fase del Proyecto se estimaron utilizando los siguientes modelos y técnicas de análisis:

- modelamiento de recarga del agua subterránea y del caudal base;

- balance de agua del sitio de la mina (incluyendo el modelamiento de la laguna del tajo);
- cálculos del caudal mínimo y del caudal promedio; y
- modelamiento del caudal máximo.

En la siguientes subsecciones, se presenta mayores detalles acerca de estos métodos.

2.6 MÉTODOS ANALÍTICOS – MODELAMIENTO DE LA RECARGA DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y DEL CAUDAL BASE

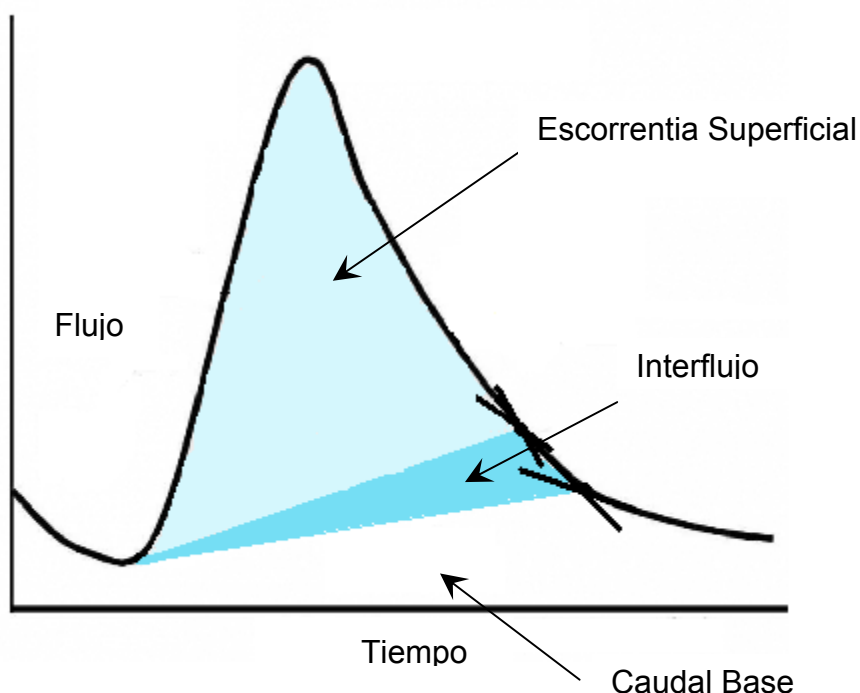
Para este Proyecto, se desarrolló un modelo de agua subterránea del sitio de la mina (Sección 9.1.5 del EsIA) a fin de obtener estimaciones del caudal base en los nodos de evaluación para cada fase. El desarrollo de este modelo de agua subterránea requirió los datos de caudal base y de recarga del agua subterránea de las condiciones de línea base como datos de calibración y variables de entrada para el modelo, respectivamente, los cuales se derivaron de las mediciones de la precipitación y el caudal de los cursos de agua, así como de la evapotranspiración estimada en cada estación hidrométrica, tal como se analiza en el informe de línea base de hidrología (Anexo V).

La estimación del caudal base y de la recarga del agua subterránea requirió datos continuos sobre la precipitación y el caudal de cursos de agua tomados cada hora, los cuales se obtuvieron del estudio de la línea base de la hidrología. En el estudio, se observó que los caudales de los cursos de agua tienden a tener una rápida respuesta a la precipitación, pues aumentan inmediatamente durante o después de un evento de lluvia para luego retornar rápidamente a las condiciones previas a la precipitación. La evaporación promedio anual se calculó según el Método de Pike (1964), el cual asume que la evapotranspiración está en función a la precipitación total anual y la posible evapotranspiración estimada para el Proyecto.

Para calcular el caudal base, se asumió que los caudales medidos en el curso de agua se podían dividir en tres componentes: escorrentía superficial, “interflujo”, el cual fluye a través de los suelos no saturados cercanos a la superficie; y el caudal base en sí proveniente del agua subterránea. Por lo general, se asume que la escorrentía superficial y el interflujo se presentan rápidamente después de algún episodio de precipitación, mientras que el caudal base, de respuesta mucho más lenta, depende de la elevación de la napa freática y se puede distinguir utilizando el método de separación hidrográfica (Chow et al. 1988). Se asume que la escorrentía superficial y el influjo empiezan a contribuir al caudal del curso de agua en el primer punto de inflexión del flanco creciente del hidrógrafo y cesan en el segundo punto de inflexión del flanco

menguante del hidrógrafo. La Figura 2-1 muestra el concepto de separación de caudal base utilizando un hidrógrafo.

Figura 2-1 Concepto de la Separación Hidrográfica



Luego de analizar los datos observados, se seleccionó varios eventos de precipitación/caudal del curso de agua para el estudio. Los datos de la escorrentía superficial y del interflujo se extrajeron para cada uno de los eventos, empleando el método de separación hidrográfica, para luego normalizarlos de tal modo que representen una precipitación efectiva de 1 hora de 1 milímetro (mm). La precipitación efectiva es la fracción de la precipitación total que contribuye a la escorrentía superficial y el interflujo, y se determina calculando el volumen de agua del hidrógrafo directo. Luego, los hidrógrafos normalizados por cada estación se promedian para obtener un hidrógrafo de unidad media para un evento de precipitación de 1 hora de 1 mm de acumulación. Posteriormente, esta unidad en el hidrógrafo se utiliza para estimar el hidrógrafo directo de la contribución del agua superficial y el interflujo por cada evento de precipitación dado.

A partir de una evaluación de una serie de horas de los caudales de los cursos de agua observados, se estableció las contribuciones de los caudales base. Durante los periodos de precipitación cero y de caudales de cursos de agua con variaciones

relativamente bajas, se asumió que la mayor parte del caudal se deriva del agua subterránea. Por lo mismo, se asumió que la fracción de la serie de tiempo con el caudal más bajo observado fue la fracción representativa del caudal base, la cual se estimó que caía justo entre la fracción de tiempo en la que no había precipitación y la fracción de tiempo en la que no había escorrentía directa del hidrógrafo. Así, los caudales base estimados se consideraron válidos debido a que había una coincidencia relativamente alta entre los caudales de los cursos de agua observados y aquéllos calculados a partir de las contribuciones del hidrógrafo directo y las estimaciones del caudal base.

Respecto a la recarga de agua subterránea, se asumió que la parte de la precipitación que alcanza el agua del subsuelo constituía la recarga de agua subterránea anual, que es el resultado de la precipitación menos el caudal observado y la evapotranspiración estimada.

2.7 MÉTODOS ANALÍTICOS – BALANCE DE AGUA DE LA MINA

En el año 2009, AMEC desarrolló un balance de agua que incorporaba reglas operacionales y varios componentes de la infraestructura de manejo del agua de la mina propuesta empleando el modelo de GoldSim (GoldSim 2007). El balance de agua describe el manejo del agua dentro del sitio de la mina y calcula los volúmenes de agua que se liberan del ADP-M hacia el medio ambiente aguas abajo del sitio, así como las descargas provenientes de la instalación de almacenamiento de roca estéril, la IMR y las lagunas de los tajos. Para evaluar el impacto en la cantidad del agua, el balance de agua mencionado se actualizó para incluir los influjos de agua subterránea y las filtraciones provenientes de la IMR derivadas del modelamiento del agua subterránea (Sección 9.1.5 del EsIA).

2.8 MÉTODOS ANALÍTICOS – ESTIMACIÓN DEL CAUDAL MÍNIMO Y EL CAUDAL PROMEDIO

La estimación de los caudales mínimos y caudales promedio en los nodos de evaluación se basó en los siguientes supuestos clave:

Fase de línea base:

1. Se utilizó las condiciones descritas en el informe de línea base (línea base, Anexo V).

Fase de construcción:

1. Parte de la huella del sitio de la mina en las cuencas de los ríos Petaquilla, Botija y Uvero será desbrozada, retirando la vegetación, como parte del proceso de construcción de las instalaciones mineras. El desbroce de vegetación que se asume en la evaluación hidrológica toma como base el programa de desbroce de bosques y reforestación que se incluye en el plan de minado, elaborado por Minera Panamá (2009).
2. No se ocurrirá en ningún tipo de desviación entre las cuencas (en caso hubiera alguna desviación de caudales entre las cuencas, ésta se compensará en la mayor medida posible para evitar variaciones considerables en los caudales).
3. No habrá gran atenuación de los caudales mínimos y anuales debido a los impactos de los estanques de limpieza/sedimentación.
4. A las tierras alteradas que se encuentren dentro del ADP-M, se les asignará un coeficiente de escorrentía de 0.85 para el caudal promedio; 0.75 para el caudal mínimo y 0.90 para el caudal máximo (valores que corresponden a los números típicos de la curva de escorrentía del Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos para suelos sin cobertura, entre 77 y 94, Rawls et al. 1993).

Fase de operaciones:

1. Toda la escorrentía y los influjos de agua subterránea que provengan de los tajos se dirigirán al estanque de agua de proceso o a la poza de agua de la IMR.
2. La escorrentía proveniente de todas las tierras alteradas de la cuenca del Río Petaquilla se dirigirá hacia la IMR. Una vez que se haya recuperado el depósito de almacenamiento de roca estéril del suroeste, se permitirá que la escorrentía que provenga de esta instalación descargue en el ambiente natural, siempre y cuando cumpla con los umbrales de calidad de agua aceptados (con o sin tratamiento).
3. La escorrentía proveniente de todas las tierras alteradas de la cuenca del Río Botija se dirigirá hacia la IMR. Una vez que se haya recuperado la instalación de almacenamiento de roca estéril del suroeste, se permitirá que la escorrentía que provenga de esta instalación descargue en el ambiente natural, siempre y cuando cumpla con los umbrales de calidad de agua aceptados (con o sin tratamiento).
4. La escorrentía proveniente del área de la huella de la mina dentro de la cuenca del Río Uvero al final se dirigirá a la poza de agua de la IMR, en donde el agua

descargará activamente en el ambiente natural, siempre y cuando la calidad del agua sea aceptable para su liberación.

5. No se atenuará los caudales provenientes de los estanques de limpieza/sedimentación para los caudales promedio mínimos a anuales.
6. A las áreas alteradas que se encuentran dentro del ADP-M, se les asignó el coeficiente de escorrentía definido en el balance de aguas (AMEC 2009) para los caudales promedio y mínimo, y un valor de 0.90 para los caudales máximos. A las áreas rehabilitadas se les asignó coeficientes de escorrentía equivalentes a los que se utilizaron en la evaluación de línea base para condiciones inalteradas.

Fase de cierre/post-cierre:

Etapas iniciales de la fase de cierre/post-cierre:

1. Los tajos mineros liberarán agua al ambiente natural.
2. Es posible que la escorrentía del depósito de almacenamiento de roca estéril ya recuperado se pueda descargar al medio ambiente (asumiéndose que el agua se trate con anterioridad, de ser necesario).
3. Sólo habrá una descarga de agua pasiva desde embalsela poza de agua de la IMR si es que la calidad de agua cumple con los criterios de liberación aceptados.
4. A las áreas alteradas que se encuentran dentro del ADP-M, se les asignó el coeficiente de escorrentía definido en el balance de aguas (AMEC 2009) para los caudales promedio y mínimo, y un valor de 0.90 para los caudales máximos. A las áreas rehabilitadas se les asignó coeficientes de escorrentía equivalentes a los que se utilizaron en la evaluación de línea base para condiciones inalteradas.

Etapas final a largo plazo

1. Los tajos mineros liberarán agua al ambiente natural.
2. La descarga pasiva proveniente de la poza de agua de la IMR se dará a través de una salida diseñada no controlada (se asume que el agua será tratada, si es que fuera necesario).

3. La vegetación del área de la huella de la mina consistirá en un bosque completo, aparte de algunas partes de la IMR y las paredes de la presa que no serán revegetadas para que tomen la forma de bosque, aplicándose los coeficientes de escorrentía que se utilizaron para las condiciones de línea base.

Las tomas fijas de los caudales promedio y mínimos en los nodos de evaluación se estimaron utilizando los coeficientes de escorrentía promedio y de precipitación anual de los sistemas de captación asociados. Para los nodos que se encontraron en las cuencas de los ríos Petaquilla y Caimito, los valores de precipitación se calcularon a partir de estadísticas mensuales (promedio y extremas) tanto para el área de la mina como para las zonas costeras, ponderándose por distancia del nodo entre la mina y la costa. Para los nodos que se encontraron dentro de la cuenca Botija, los valores de precipitación se estimaron sobre la base de las precipitaciones ocurridas en el área minera y en la comunidad de Coclesito, midiendo las distancias entre el nodo y estas áreas. El estudio de línea base de la hidrología (Anexo V) muestra las estadísticas de precipitación en las estaciones regionales tanto en la mina como en la zona costera. Los coeficientes de escorrentía que se calcularon en el Anexo V se aplicaron a las áreas sin alterar que descargaban en los cursos de agua. Los coeficientes de escorrentía para áreas perturbadas se basaron en los supuestos indicados líneas arriba.

Los componentes de caudales base promedio anuales de los cursos de agua que se estudiaron en los nodos de evaluación para cada fase y condición promedio se derivaron del modelo de agua subterránea (EsIA, Sección 9.1.5), asumiéndose que el caudal base variaría proporcionalmente con la cantidad de precipitación. Este supuesto se utilizó para estimar el caudal base mensual para las condiciones secas promedio y extremas (condiciones extremadamente secas en un período de 100 años). La descarga de la IMR se derivó del balance de aguas del sitio de la mina estimado para cada toma fija, incluyéndose la filtración proveniente de la IMR que se estimó a partir del modelo de agua subterránea. Por su parte, la descarga de la laguna del tajo se derivó del balance de aguas de la mina. Se asume que, a largo plazo (es decir, en la etapa de post-cierre), la descarga de la laguna del tajo consistirá en la suma de la escorrentía proveniente de las áreas de drenaje naturales y rehabilitadas. Tomando como base lo anterior, se estima que el promedio total del caudal mínimo en cada nodo de evaluación es la suma de los diferentes componentes que descargarán en el nodo (es decir, la escorrentía proveniente de áreas de drenaje natural, la escorrentía de las áreas mineras, el caudal base, el caudal de salida de la laguna del tajo y la descarga proveniente de la IMR).

2.9 MÉTODOS ANALÍTICOS – ESTIMACIONES DE CAUDALES MÁXIMOS

El caudal máximo para el evento de precipitación de uno en 10 años de 24 horas de duración se estimó en los nodos de evaluación para cada toma fija utilizando el programa del sistema de modelamiento hidrológico del Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC-HMS, USACE 2008). El evento de precipitación de 24 horas fue distribuido por el Departamento Estadounidense de Servicios de Conservación de Recursos Naturales Agrícolas (anteriormente denominado Servicio de Conservación de Suelos o SCS). El número de la curva de distribución de precipitación de SCS del Tipo III (número de curva) fue el que se utilizó para calcular las pérdidas del área de la cuenta en general. Por su parte, el tiempo de concentración (t_c) de cada cuenca se calculó empleando el Método de Retraso de SCS (USDA 1986), dividiendo el recorrido del caudal más largo entre sus componentes entre el caudal de sobrecarga, caudal concentrado somero y caudal canalizado.

Por su parte, el número de curva y el t_c , que caracterizan las cuencas naturales que descargan en las estaciones hidrométricas, se estimaron a partir de los caudales de cursos de agua observados y los datos de precipitación que se presentaron en el informe de línea base hidrológico. La estimación del número de curva y del t_c se realizó en dos pasos: calibración y validación.

En el paso de calibración, se seleccionó un aproximado de 20 eventos de precipitación/caudal para cada estación hidrométrica. Para cada uno de estos eventos, se calculó el t_c utilizando el caudal promedio del evento para el componente canalizado del método de retraso SCS. Luego, cada evento se modeló con el HEC-HMS, utilizando las series de precipitación medidas del evento y el t_c calculado para el evento. Para cada evento, el número de curva se ajustó al HEC-HMS para ofrecer la mejor coincidencia posible entre los caudales de cursos de agua observados y modelados en términos de volumen de descarga y caudal máximo. Al finalizar la calibración, estos eventos caracterizaron cada estación hidrométrica con rangos de números de curva y valores t_c que posteriormente se utilizaron para el paso de validación.

En el paso de validación, se seleccionó entre 3 y 5 eventos adicionales, especialmente los que ocurrieron en el período de precipitación alta acaecido en noviembre del año 2008, para cada estación hidrométrica. Estos eventos se modelaron utilizando el HEC-HMS, seleccionando los números de curva y los valores t_c dentro del rango definido en el paso de calibración para obtener la mejor coincidencia entre los caudales de cursos de agua observados y modelados. La selección final de los números de curva y los valores t_c se consideró como la alternativa representativa de las cuencas naturales que descargan en cada estación hidrométrica. Los números de curva obtenidos estuvieron

dentro del rango esperado para el tipo de uso de tierras y vegetación en el área del Proyecto.

Para estimar el caudal máximo en los nodos de evaluación, se desarrolló un modelo HEC-HMS para cada cuenca principal, es decir, para las cuencas de los ríos Petaquilla, Caimito y San Juan. El número de curva final y el valor t_c , seleccionado en el proceso de validación se utilizaron para caracterizar las cuencas naturales que drenan hacia los nodos de evaluación. Los números de curva que se asignaron a las áreas mineras durante las diferentes fases del Proyecto se obtuvieron a partir del coeficiente de escorrentía asumida para el caudal máximo, utilizando la ecuación de escorrentía SCS (Chow et al. 1988). El t_c de las áreas mineras durante cada etapa del Proyecto se estimó asumiendo que habría unos pequeños cambios en el recorrido del caudal tomando como punto de referencia las condiciones de línea base.

Los modelos consideran el efecto de enrutamiento de las instalaciones principales de almacenamiento del agua de mina, como la poza de agua de la IMR, las lagunas de los tajos y los estanques de limpieza y de sedimentación. La evaluación del balance de aguas no incluyó el cálculo del tamaño de los estanques de sedimentación (AMEC 2009) debido a que los efectos de atenuación de estas pozas son casi insignificantes para las condiciones de caudal promedio y mínimo considerados en este trabajo. Por esta razón, el cálculo preliminar del tamaño de los estanques de sedimentación se realizó como parte de la evaluación del caudal máximo, ya que los estanques sí atenúan en gran medida los caudales de inundación que se liberan al ambiente receptor. La determinación del tamaño y la implementación de los estanques en la evaluación del caudal máximo se basaron en los siguientes supuestos:

- Se construirá pozas de sedimentación durante de la fase de construcción para el asentamiento de sedimentos provenientes de la zona minera.
- Los estanques de sedimentación y la poza de limpieza se colocarán para asentar los sedimentos y realizar otros tipos de tratamiento (si fuera necesario) durante las fases de operaciones, cierre y post-cierre.
- El volumen de retención de los estanques de sedimentación se ha diseñado para que pueda haber un asentamiento durante un evento de precipitación de 24 horas para un periodo de retorno de 10 años (empleando la ley de Stoke para calcular la velocidad de asentamiento del material que tiene la misma dimensión que un limo, es decir, partículas de 20 micrones).

2.10 MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

Esta evaluación incluye varias medidas de mitigación y características de diseño que ayudarán a reducir los efectos que pudiere causar el Proyecto en la cantidad del agua superficial. Tales medidas son:

- La aplicación de las mejores prácticas de manejo (BMP, por sus siglas en inglés), principalmente durante la fase de construcción, para controlar la erosión de las tierras dentro del ADP-P y el ADP-M (como por ejemplo, cerco de limo, cobertura de las pilas de almacenamiento temporal, entre otras medidas).
- La infraestructura de manejo de aguas del Proyecto, como por ejemplo las instalaciones de almacenamiento de agua, vertederos, cunetas, alcantarillas y puentes, se diseñarán según las prácticas estándar para eventos de diseño típicos (es decir, para eventos de 1 en 10 y 100 años y/o para la inundación máxima probable [IMP]).
- No se desviará el caudal entre las cuencas durante la etapa de construcción. Esta medida podría mitigar los efectos que pudiere causar el Proyecto en el agua superficial al mantener la escorrentía dentro de las cuencas fuente y reducir así el riesgo de sobrecargar algunos de los cuerpos de agua receptores, lo cual tendría el riesgo intrínseco de erosionar el canal.
- Es de esperarse que se construyan pozas de sedimentación dentro de cada cuenca en el punto de descarga de la mina al medio ambiente; los estanques de sedimentación atenuarían los caudales e incluso podría mitigar parcialmente los efectos de formar mayores índices de escorrentía proveniente de las áreas desbrozadas durante la construcción.
- Durante las fases de operación y cierre/post-cierre, los estanques de sedimentación que se construirán dentro de las cuencas de los ríos Petaquilla y Botija, así como la poza de limpieza que se construirá dentro de la cuenca del Río Uvero se erigirán en el punto en donde se descargará el agua de la mina hacia el medio ambiente. Esta medida atenuará los caudales y reducirá los índices de escorrentía máximos que podrían venir del área minera.
- Durante la etapa de post-cierre, las lagunas de los tajos de las cuencas de los ríos Petaquilla y Botija, así como la poza de agua de la IMR y la poza de limpieza que se encontrará en la cuenca del Río Uvero ofrecerán un efecto de enrutamiento que atenuará mejor los caudales máximos que la red de drenaje existente en estas cuencas. Esta medida reducirá el riesgo de inundación en las áreas ubicadas aguas abajo.
- Un plan de revegetación en el área minera producirá una cubierta vegetal que hará que los coeficientes de escorrentía en el largo plazo (aplicados a la etapa de post-cierre) sean similares a los que se encontraron en las condiciones de línea base. Las excepciones a esta media serán las áreas de la IMR, la cual se mantendrá sin

revegetar debido a la presencia de agua; las paredes de la presa de la IMR, que se revegetará con pasto; y las lagunas del tajo, que consistirán en agua.

Todas las medidas y características mencionadas en los párrafos anteriores se incluyen en la estimación de los caudales promedio, mínimo y máximo. Durante la etapa de operaciones, es de esperarse que la escorrentía y los influjos de agua subterránea que descarguen en los tajos mineros y los depósitos de almacenamiento de roca estéril ubicados en las cuencas de los ríos Petaquilla y Botija se dirijan al embalse de agua de la IMR. Sin embargo, a manera de una medida de mitigación adicional, una parte de estos caudales puede dirigirse a la cuenca fuente, a fin de minimizar el impacto en los caudales aguas abajo, especialmente bajo condiciones secas.

3 CAMBIOS EN LOS CAUDALES

Los caudales anuales promedio y mínimos en los nodos de evaluación dentro del AAE se calcularon como la suma de escorrentía proveniente de las áreas de drenaje natural, escorrentía proveniente del área minera, caudal base, filtraciones de la IMR y caudales de las lagunas de los tajos.

El caudal máximo en los nodos de evaluación para cada una de las fases del Proyecto se estimó utilizando los modelos HEC-HMS desarrollados para las cuencas de los ríos Petaquilla, Caimito y San Juan, los cuales se utilizaron para generar el caudal para eventos de precipitación de 24 horas para un periodo de retorno de 1 en 10 años.

3.1 CAUDALES BASE, FILTRACIONES Y LIBERACIONES DE LA LAGUNA DEL TAJO

Durante el estudio, se encontró que los caudales promedio y mínimos se ven bastante afectados por el componente de caudal base en todos los nodos de evaluación. Este componente representa aproximadamente el 25% a 45% de los caudales promedio, y 40% a 55% de los caudales mínimos. Estos porcentajes descienden ligeramente al aumentar el área de drenaje. Por lo tanto, los cambios que pudieren ocurrir en el componente de caudal base en los nodos de evaluación para las diferentes fases del Proyecto son importantes para la evaluar la hidrología del agua superficial. Los efectos que el Proyecto pudiere causar en la napa freática se evalúan en la Sección 9.1.5 del EsIA, mientras que la Tabla 3-1 presenta los cambios pronosticados para el caudal base anual promedio en los nodos de evaluación para cada fase. Es de esperarse que el componente de caudal base se vea reducido en todos los nodos de evaluación durante las etapas de operaciones, cierre y post-cierre, principalmente en los nodos que se encuentran cerca del área minera, en la parte superior de las cuencas. El caudal base está incluido en el cálculo de los caudales promedio anuales y mensuales, así como en los caudales mínimos. Es necesario recalcar que una reducción considerable en el caudal base se traduce en una reducción importante en los caudales mínimos en las fases de operaciones, cierre y post-cierre (ver Sección 3.4 a 3.6).

Los índices de filtración provenientes de la IMR, así como el recorrido de tales filtraciones se obtuvieron a partir de un modelamiento del agua subterránea, y se presentan en la Tabla 3-2 en esta sección. Estas filtraciones reflejan los impactos de la IMR en las etapas de operaciones, cierre y post-cierre. El modelo elaborado de balance de aguas predice las liberaciones de agua desde los tajos Colina, Valle Grande

y Botija durante las etapas de cierre y post-cierre¹. Tales valores se presentan en la Tabla 3-3.

Tabla 3-1 Pronóstico de los Caudales Base por Año

Cuenca	Nodo	Caudal base [m³/s] para la Línea Base y la Construcción	Operaciones y Cierre Inicial / Post-cierre		Cierre/Post-cierre a Largo Plazo	
			Caudal Base [m³/s]	Cambio a partir de la Línea Base [porcentaje]	Caudal Base [m³/s]	Cambio a partir de la Línea Base [porcentaje]
Río Petaquilla	P1	0.97	0.46	-53	0.49	-49
	P2	2.1	1.6	-24	1.6	-22
	P3	2.7	2.2	-19	2.2	-17
Río Caimito	C1	1.3	0.35	-74	0.36	-73
	C1A	1.7	0.70	-58	0.71	-58
	C2	7.5	6.6	-12	6.6	-12
	C3	7.6	6.7	-12	6.7	-12
Río San Juan	SJ1	0.53	0.27	-49	0.30	-43
	SJ1A	0.82	0.56	-32	0.59	-28
	SJ2	5.0	4.7	-5	4.7	-5

Notas: m³/s = metros cúbicos por segundo.

¹ Se asume que las descargas provenientes del tajo Valle Grande se dirigen al tajo Colina y de ahí se liberan al Río Petaquilla.

Tabla 3-2 Pronóstico de los Índices de Filtración Anual Proveniente de la Instalación de Manejo de Relaves

Ruta de la Filtración	Operaciones y Cierre Inicial / Post-cierre		Cierre/Post-cierre a Largo Plazo	
	Índice de Caudal [m ³ /s]	Porcentaje de la Filtración Total	Índice de Caudal [m ³ /s]	Porcentaje de la Filtración Total
poza de limpieza de la IMR	0.08	19	0.07	17
pozas de recolección este de la IMR	0.04	9	0.04	10
poza de recolección oeste de la IMR	0.03	9	0.03	8
tajo Botija	0.02	5	0.02	4
depósito de almacenamiento de roca estéril oeste de Botija	0.04	11	0.04	11
Río Uvero	0.09	22	0.10	25
Río del Medio	0.10	25	0.10	25
filtración total	0.40	100	0.40	100

Nota: m³/s = metros cúbicos por segundo; IMR = Instalación de Manejo de Relaves.

Tabla 3-3 Predicción de los Índices de Liberación de las Lagunas de los Tajos Durante las Etapas de Cierre y Post-cierre

Cuenca	Toma Fija	Condición de Caudal [m ³ /s]	Valor del Caudal
Río Petaquilla	años 43-45	caudal anual promedio	1.0
		caudal mínimo	0.70
	años 46-53	caudal anual promedio	0.55
		caudal mínimo	0.00
	años > 53	caudal anual promedio	1.0
		caudal mínimo	0.00
Río Botija	años 31-38	caudal anual promedio	1.2
		caudal mínimo	0.72
	años > 38	caudal anual promedio	0.49
		caudal mínimo	0.02

Notas: > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.

3.2 CAUDALES PROVENIENTES DEL ÁREA DE DESARROLLO DEL PROYECTO EN LOS LÍMITES DE LAS INSTALACIONES MINERAS QUE DESEMBOCAN EN LAS VERTIENTES AGUAS ABAJO

Los caudales mínimos y los caudales promedios que provendrían del ADP-M se obtuvieron mediante el balance de agua (AMEC 2009) y el modelo de precipitación/escorrentía. Por otro lado, los caudales máximos provenientes del ADP-M se obtuvieron utilizando modelos de caudal máximos desarrollados para cada cuenca. Las Tablas 3-4 a 3-6 presentan las estimaciones de los caudales que descargarán desde el ADP-M hacia diferentes sistemas de captación receptores para cada toma fija.

El agua que descargará a la cuenca del Río Caimito incluye la filtración que provendrá de la IMR durante las fases de operaciones, cierre y post-cierre, y el agua que descargará a las cuencas de los ríos Petaquilla y San Juan estará compuesta por las liberaciones de las lagunas de los tajos durante las etapas de cierre y post-cierre. Los caudales de la ADP-M también incluyen un componente de caudal base, el cual se calculó haciendo un re-escalamiento de los caudales base, los cuales se muestran en la Tabla 3-1 para el ADP-M de cada cuenca.

La predicción de los cambios en los caudales máximos y mínimos a partir de las condiciones de línea base se considera de media a alta, y refleja:

- la presencia de cuerpos de agua (es decir, pozas de sedimentación, poza de limpieza, lagunas de los tajos y poza de relaves) que tendrían una capacidad de almacenamiento que podría atenuar los caudales máximos; y
- la desviación de la escorrentía y los influjos de agua subterránea desde los tajos y el depósito de almacenamiento de roca estéril en la cuenca de drenaje de Petaquilla y Botija hacia la IMR en la cuenca del Río Uvero durante la etapa de operaciones.

Además de lo anterior, se pronostica que habrá un alto incremento en los caudales mínimos del Río Petaquilla (etapa de cierre, años 43 a 45, tal como se puede apreciar en la Tabla 3-4) y el Río Botija (etapa de cierre, años 31 a 38, tal como se observa en la Tabla 3-6) como resultado de la descarga considerable proveniente de los tajos Colina y Botija cuando se les utilice para el almacenamiento de relaves. Estos incrementos en los caudales mínimos por lo general estarán acompañados por incrementos más pequeños pero sustanciales en los caudales anuales medios, aspecto que se espera provocará un aumento en la deposición de sedimentos en los cursos de agua. Los reconocimientos geomorfológicos que se propone realizar como parte del programa de monitoreo de la cantidad de agua en las Secciones 9.1.4.7 a 9.1.4.10 del EsIA indican que el dominio del reconocimiento debe incluir cursos de agua que se encuentren cerca del ADP-M, debido a que es posible que los impactos de la mina sean más pronunciados en las áreas cercanas a los linderos mineros.

Tabla 3-4 Caudales Provenientes del Área de Desarrollo del Proyecto en las Instalaciones Mineras que Descargarán al Río Petaquilla

Fase	Años para los que se Aplican las Tomas Fijas	Año para el que se Asume la Toma fija	Valor del Caudal [m ³ /s]		
			Promedio Anual	Caudal Máximo	Caudal Mínimo
línea base	n/a	0	1.3	430	0.11
construcción	>1 año ^(a)	4	1.3	335	0.12
operaciones	5-37	25	0.38	113	0.03
	38-42	40	0.64	170	0.07
cierre / post-cierre	43-45	45	1.9	99	0.78
	46-53	50	1.2	99	0.07
	>53	75	1.7	152	0.08

Fase	Años para los que se Aplican las Tomas Fijas	Año para el que se Asume la Toma fija	Cambios a Partir de las Condiciones de Línea Base (porcentaje)		
			Promedio Anual	Caudal Máximo	Caudal Mínimo
línea base	n/a	0	n/a	n/a	n/a
construcción	>1 año ^(a)	4	3	-22	11
operaciones	5-37	25	-71	-74	-69
	38-42	40	-51	-60	-35
cierre / post-cierre	43-45	45	47	-77	626
	46-53	50	-7	-77	-30
	>53	75	30	-65	-29

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notas: n/a = no se aplica, m³/s = metros cúbicos por segundo; > = mayor que.

Tabla 3-5 Caudales Provenientes del Área de Desarrollo del Proyecto en las Instalaciones Mineras que Descargarán en el Río Caimito

Fase	Años para los que se Aplican las Tomas Fijas	Año para el que se Asume la Toma Fija	Valor del Caudal [m³/s]			Cambios a Partir de las Condiciones de Línea Base (porcentaje)		
			Promedio Anual	Caudal Máximo	Caudal Mínimo	Promedio Anual	Caudal Máximo	Caudal Mínimo
Caudales aplicables a los nodos de evaluación C1 y C1A								
línea base	n/a	0	3.5	316	0.27	n/a	n/a	n/a
construcción	>1 año ^(a)	0	3.5	298	0.31	3	-6	16
operaciones	0-27	23	5.2	10	0.10	50	-97	-62
cierre/ post-cierre	28-30	29	1.9	7.0	0.21	-44	-98	-21
	31-38	35	5.4	11	0.21	58	-97	-20
	39-42	40	0.88	5.0	0.21	-74	-98	-20
	>42	75	3.6	14	0.21	4	-96	-20
Caudales aplicables a los nodos de evaluación C2 y C3								
línea base	n/a	0	3.5	316	0.27	n/a	n/a	n/a
construcción	>1 año ^(a)	0	3.5	298	0.31	3	-6	16
operaciones	0-27	23	5.3	10	0.16	53	-97	-39
cierre/ post-cierre	28-30	29	2.0	7.0	0.28	-41	-98	6
	31-38	35	5.5	11	0.29	61	-97	7
	39-42	40	0.98	5.0	0.29	-71	-98	7
	>42	75	3.7	14	0.29	7	-96	7

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notas: n/a = no se aplica; > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 3-6 Caudales Provenientes del Área de Desarrollo del Proyecto en las Instalaciones Mineras que Descargarán al Río San Juan

Fase	Años para los que se Aplican las Tomas Fijas	Año para el que se Asume la Toma fija	Valor del Caudal [m ³ /s]			Cambios a partir de las Condiciones de Línea Base (porcentaje)		
			Promedio Anual	Caudal Máximo	Caudal Mínimo	Promedio Anual	Caudal Máximo	Caudal Mínimo
línea base	n/a	0	0.74	147	0.06	n/a	n/a	n/a
construcción	>1 año ^(a)	0	0.91	146	0.09	23	-0.7	44
operaciones	1-16	15	0.12	17	0.01	-84	-88	-81
	17-30	25	0.61	93	0.07	-17	-37	14
cierre/ post-cierre	31-38	35	1.8	94	0.79	144	-36	1221
	>38	75	1.1	84	0.08	49	-43	42

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notes: n/a = no se aplica; m³/s = metros cúbicos por segundo; > = mayor que.

3.3 CAUDALES DURANTE LA ETAPA DE LÍNEA BASE

Los caudales anuales promedio y mínimos de la etapa de línea base se obtuvieron aplicando el modelo de precipitación/escorrentía a las vertientes que drenan en los nodos de evaluación, asumiendo que las condiciones de escorrentía y cubierta de línea base son las que se describen en el informe de línea base del Anexo V. Los caudales anuales promedio, mínimos y máximos en cada nodo de evaluación de la etapa de línea base se presentan en la Tabla 3-7 y los caudales mensuales promedio se presentan en el Apéndice A.

La profundidad del agua y el ancho superior húmedo para el caudal anual promedio y el caudal anual mínimo se calcularon utilizando los cortes transversales de los ríos medidos en los nodos de evaluación P1, C1 y SJ1 durante el programa de monitoreo de la hidrología de línea base. No se tuvo cortes transversales disponibles para los otros nodos. La Tabla 3-8 presenta la profundidad del agua y el ancho superior húmedo para las condiciones de caudal promedio y mínimo. Estos dos parámetros son indicadores clave del componente del hábitat acuático y de peces de agua fresca del Proyecto (Sección 9.1.14 del EsIA). El estudio no calculó la profundidad del agua ni el ancho superior húmedo para el caudal máximo debido a que para ello se hubiera necesitado extrapolar la curva de etapa-descarga en los nodos más allá del punto máximo medido.

Tabla 3-7 Caudales en los Nodos de Evaluación para la Etapa de Línea Base

Cuenca de Drenaje	Años a los que se Aplica la Toma Fija	Año para el que se Asume la Toma Fija	Nodo	Valor del Caudal [m ³ /s]		
				Promedio Anual	Caudal Máximo	Caudal Mínimo
Río Petaquilla	n/a	0	P1	2.2	590	0.17
			P2	5.7	1,083	0.39
			P3	7.6	1,375	0.48
Río Caimito	n/a	0	C1	4.2	511	0.31
			C1A	5.2	606	0.37
			C2	22	2,223	1.4
			C3	22	2,198	1.4
Río San Juan	n/a	0	SJ1	1.5	254	0.11
			SJ1A	2.8	397	0.19
			SJ2	21	2,463	1.4

Notas: n/a = no se aplica; m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 3-8 Profundidades del Agua y Anchos Superiores Húmedos en los Nodos P1, C2 y SJ1 para la Etapa de Línea Base

Cuenca de Drenaje	Años a los que se Aplica la Toma fija	Año para el que se Asume la Toma fija	Nodo	Condiciones de Caudal Anual Promedio		Condiciones de Caudal Mínimo	
				Profundidad del Agua [m]	Ancho Superior Húmedo [m]	Profundidad del Agua [m]	Ancho Superior Húmedo [m]
Río Petaquilla	n/a	0	P1	0.46	12	0.19	5.4
Río Caimito	n/a	0	C1	0.97	14	0.35	4.7
Río San Juan	n/a	0	SJ1	0.41	18	0.12	7.6

Notas: n/a = no se aplica; m = metros.

3.4 CAUDALES DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

En la Tabla 3-9 que se presenta en la siguiente página, se puede apreciar los caudales anuales promedio, máximos y mínimos en los nodos de evaluación, así como las diferencias porcentuales de los mismos. Los caudales mensuales promedio, por su parte, se presentan en el Apéndice A. Finalmente, la Tabla 3-10 presenta la profundidad del agua, el ancho superior húmedo y las diferencias porcentuales a partir de las condiciones de línea base para los nodos P1, C1 y SJ1.

Es de esperarse que los caudales anuales promedio y mínimos aumenten durante la fase de construcción en los nodos de evaluación como resultado de una mayor escorrentía proveniente de las áreas desbrozadas, en donde las diferencias en el incremento de los caudales entre las vertientes reflejarán las diferencias en el grado del desbroce. Por otro lado, el estudio pronostica que los caudales máximos durante la etapa de construcción serán menores que los caudales de línea base, debido a los efectos atenuantes de los estanques de limpieza y sedimentación. La magnitud de los cambios en los índices de caudal durante la fase de construcción es la siguiente:

- Caudales máximos para la evaluación de la inundación de asentamientos humanos: casi nulos, debido a que los caudales máximos durante la fase de construcción serán menores a los caudales de línea base (y por lo tanto habrá menos erosión que bajo las condiciones de línea base).
- Caudales máximos y mínimos para la evaluación de los procesos de inundación y geomorfológicos ribereños: reducción del caudal máximo medio en los nodos C1 y C1A (es decir, un descenso en el orden del 20 y 30%), incremento del caudal mínimo medio en el nodo SJ1 (es decir, un aumento en el orden del 20 y 30%), y cambios bajos a casi nulos en todos los otros nodos (es decir, un cambio de menos del 20%).

Los cambios en las profundidades del agua y los anchos superiores húmedos en los nodos P1, C1 y SJ1 (Tabla 3-10) son proporcionalmente menores a los cambios en los caudales.

Tabla 3.9 Caudales en los Nodos de Evaluación para la Fase de Construcción

Cuenca de Drenaje	Años a los que se Aplica la Toma Fija	Año para el que se Asume la Toma Fija	Nodo	Valor del Caudal [m³/s]			Cambios a Partir de la Línea Base [porcentaje]		
				Promedio Anual	Caudal Máximo	Caudal Mínimo	Promedio Anual	Caudal Máximo	Caudal Mínimo
Río Petaquilla	<0 ^(a)	4	P1	2.2	559	0.18	2	-5	6
			P2	5.8	1,057	0.40	0.8	-2	3
			P3	7.7	1,350	0.49	0.6	-2	3
Río Caimito	<0 ^(a)	0	C1	4.3	361	0.34	3	-29	9
			C1A	5.3	462	0.40	3	-24	8
			C2	22	2,180	1.4	0.7	-2	3
			C3	22	2,160	1.4	0.7	-2	3
Río San Juan	<0 ^(a)	0	SJ1	1.7	246	0.14	12	-3	24
			SJ1A	2.9	380	0.22	6	-4	14
			SJ2	22	2,319	1.4	1	-6	3

(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notas: < = menor que; m³/s = metros cúbicos.

Tabla 3-10 Profundidades del Agua y Anchos Superiores Húmedos en los Nodos P1, C1 y SJ1 en la Fase de Construcción

Cuenca de Drenaje	Años a los que se Aplica la Toma Fija	Año para el que se Asume la Toma Fija	Nodo	Condiciones de Caudal Anual Promedio				Condiciones de Caudal Mínimo			
				Profundidad del Agua		Ancho Superior Húmedo		Profundidad del Agua		Ancho Superior Húmedo	
				Valor [m]	Cambio a Partir de la Línea Base [porcentaje]	Valor [m]	Cambio a Partir de la Línea Base [porcentaje]	Valor [m]	Cambio a Partir de la Línea Base [porcentaje]	Valor [m]	Cambio a Partir de la Línea Base [porcentaje]
Río Petaquilla	<0 ^(a)	4	P1	0.46	0	12	0.2	0.19	0	5.5	1
Río Caimito	<0 ^(a)	0	C1	0.98	1	14	0.7	0.37	6	4.8	3
Río San Juan	<0 ^(a)	0	SJ1	0.43	5	18	1	0.14	17	7.8	3

(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notas: m = metros.

3.5 CAUDALES DURANTE LA FASE DE OPERACIONES

En la Tabla 3-11 se presenta los caudales anuales promedio, máximos y mínimos pronosticados en los nodos de evaluación, así como las diferencias porcentuales de los mismos. Los caudales mensuales promedio, por su parte, se presentan en el Apéndice A. Finalmente, la Tabla 3-12 presenta la profundidad del agua, el ancho superior húmedo y las diferencias porcentuales a partir de las condiciones de línea base para los nodos P1, C1 y SJ1.

Es de esperarse que los caudales anuales promedio y mínimos descieran en todos los nodos de evaluación que se encuentran dentro de las cuencas de los ríos Petaquilla y Botija, debido a que:

- los tajos mineros y el depósito de almacenamiento de roca estéril que se encontrarán dentro de la huella del Proyecto no contribuirán a los caudales (es decir, los influjos que descarguen en estas estructuras mineras se dirigirán a la poza de agua de la IMR); y
- se espera que el componente de caudal base se reduzca (Tabla 3-1).

El aumento del coeficiente de escorrentía en el área minera durante las operaciones mitigará parcialmente la reducción de los caudales base y las contribuciones de la cuenca (es decir, los tajos mineros y los depósitos de almacenamiento de roca estéril) en el caudal anual mínimo y promedio.

Es de esperarse que en la cuenca del Río Caimito el caudal anual promedio aumente durante la fase de operaciones, ya que los influjos provenientes de las actividades de desaguado del tajo minero y los depósitos de almacenamiento de roca estéril en las cuencas de los ríos Petaquilla y Botija se dirigirán al embalse de agua de la IMR. Por su parte, se espera que los caudales mínimos en la cuenca del Río Caimito descieran durante la fase de operaciones, debido a que la poza de agua de la IMR incluirá una superficie que estará expuesta a la evaporación. Además, se pronostica que los caudales base se reducirán aproximadamente en un 74% en los nodos C1 y C1A y en un 12% en los nodos C2 y C3. Las filtraciones provenientes de la IMR también redirigirán el agua desde la cuenca del Río Uvero hasta la cuenca del Río del Medio, lo cual se traduciría en un descenso adicional de caudal en los nodos C1 y C1A.

Tabla 3-11 Caudales en los Nodos de Evaluación para la Fase de Operaciones

Cuenca de Drenaje	Años a los que se Aplica la Toma Fija	Año para el que se Asume la Toma Fija	Nodo	Valor del Caudal [m³/s]			Cambios a partir de la Línea Base [porcentaje]		
				Promedio Anual	Caudal Máximo	Caudal Mínimo	Promedio Anual	Caudal Máximo	Caudal Mínimo
Río Petaquilla	5-37	25	P1	1.1	337	0.08	-50	-43	-51
			P2	4.5	850	0.30	-22	-22	-22
			P3	6.4	1129	0.40	-17	-18	-17
	38-42	40	P1	1.3	388	0.12	-39	-34	-30
			P2	4.7	889	0.34	-18	-18	-13
			P3	6.6	1179	0.43	-14	-14	-10
Río Caimito	1-27	23	C1	6.0	130	0.17	44	-75	-47
			C1A	7.0	231	0.23	36	-62	-39
			C2	24	1961	1.3	10	-12	-2
			C3	24	1937	1.3	10	-12	-2
Río San Juan	1-16	15	SJ1	0.73	161	0.05	-51	-37	-52
			SJ1A	2.2	292	0.15	-19	-26	-23
			SJ2	20	2181	1.3	-4	-11	-4
	17-30	25	SJ1	1.2	221	0.11	-18	-13	-2
			SJ1A	2.7	353	0.21	-2	-11	6
			SJ2	21	2250	1.4	-1	-9	0

Nota: m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 3-12 Profundidades del Agua y Anchos Superiores Húmedos en los Nodos P1, C1 y SJ1 en la Fase de Operaciones

Cuenca de Drenaje	Años a los que se Aplica la Toma Fija	Año para el que se Asume la Toma Fija	Nodo	Condiciones de Caudal Anual Promedio				Condiciones de Caudal Mínimo			
				Profundidad del Agua		Ancho Superior Húmedo		Profundidad del Agua		Ancho Superior Húmedo	
				Valor [m]	Cambio a Partir de la Línea Base [porcentaje]	Valor [m]	Cambio a Partir de la Línea Base [porcentaje]	Valor [m]	Cambio a Partir de la Línea Base [porcentaje]	Valor [m]	Cambio a Partir de la Línea Base [porcentaje]
Río Petaquilla	5-37	25	P1	0.36	-22	11	-8	0.15	-21	4.5	-18
	38-42	40	P1	0.39	-15	11	-6	0.17	-11	5.0	-8
Río Caimito	1-27	23	C1	1.1	13	15	9	0.28	-20	3.8	-19
Río San Juan	1-16	15	SJ1	0.32	-22	17	-5	0.07	-42	7.1	-7
	17-30	25	SJ1	0.39	-5	18	-2	0.11	-8	7.6	0

Nota: m = metros.

Por su parte, se espera que los caudales máximos en los nodos de evaluación se reduzcan durante las operaciones. Las áreas de los tajos no ofrecen ninguna contribución al caudal durante las operaciones, debido a que la escorrentía se contendrá en estas instalaciones por el tiempo que dure el evento de inundación (si se diera el caso, todo bombeo que necesite hacerse sería pequeño en comparación con la escorrentía natural). La capacidad de almacenamiento de la poza de agua de la IMR atenuará el caudal máximo en la cuenca del Río Caimito.

El plan final para el manejo del agua antes de la etapa de construcción maximizará la cantidad de escorrentía proveniente de la tierra sin alterar que se dirigirá al ambiente receptor.

La magnitud de los cambios en los caudales durante la fase de operaciones es la siguiente:

- Caudales máximos para la evaluación de la inundación de asentamientos humanos: todos los caudales que hubieren durante la fase de operaciones serán menores a los caudales de línea base y, por lo tanto, existe un riesgo mínimo de que haya una mayor inundación a pesar del incremento de los caudales anuales promedio en algunas ubicaciones.
- Caudales máximos y mínimos para la evaluación de los procesos de inundación y geomorfológicos ribereños: altos en P1, C1, C1A y SJ1 (es decir, presentarán cambios mayores a un 30%), medios en P2 y SJ1A (es decir, presentarán cambios en el orden del 20 y 30%), y bajos en P3, C2, C3 y SJ2 (es decir, tendrán un cambio en el orden del 10 al 20%).

Los cambios en las profundidades del agua y los anchos superiores húmedos en los nodos P1, C1 y SJ1 (Tabla 3-12) son proporcionalmente menores a los cambios en los caudales.

3.6 CAUDALES DURANTE LA FASE DE CIERRE Y POST-CIERRE

La Tabla 3-13 presenta las diferencias porcentuales y los caudales máximos, mínimos y promedio calculadas a partir de las condiciones de línea base pronosticadas para los nodos de evaluación durante la fase de cierre y post-cierre. En el Apéndice A se presenta los caudales mensuales promedio. Finalmente, la Tabla 3-14 presenta la profundidad del agua, el ancho superior húmedo y las diferencias porcentuales a partir de las condiciones de línea base en los nodos P1, C1 y SJ1.

Tabla 3-13 Caudales en los Nodos de Evaluación Para la Fase de Cierre y Post-cierre

Cuenca de Drenaje	Años a los que se Aplica la Toma Fija	Año Para el que se Asume la Toma Fija	Nodo	Valor del Caudal [m³/s]			Cambios a Partir de la Línea Base [porcentaje]		
				Promedio Anual	Caudal Máximo	Caudal Mínimo	Promedio Anual	Caudal Máximo	Caudal Mínimo
Río Petaquilla	43-45	45	P1	2.6	377	0.83	19	-36	379
			P2	6.0	886	1.0	4	-18	168
			P3	7.8	1,169	1.1	2	-15	138
	46-53	50	P1	1.9	377	0.13	-13	-36	-27
			P2	5.3	886	0.34	-8	-18	-12
			P3	7.1	1,169	0.44	-7	-15	-9
	>53	75	P1	2.4	384	0.13	9	-35	-26
			P2	5.8	900	0.35	0.6	-17	-11
			P3	7.6	1,188	0.44	0.0	-14	-8
Río Caimito	28-30	29	C1	2.8	127	0.28	-34	-75	-12
			C1A	3.8	228	0.34	-27	-62	-10
			C2	21	1,958	1.5	-5	-12	7
			C3	21	1,934	1.5	-5	-12	7
	31-38	35	C1	6.3	131	0.28	50	-74	-11
			C1A	7.3	232	0.34	41	-62	-9
			C2	24	1,962	1.5	11	-12	7
			C3	25	1,938	1.5	11	-12	7
	39-42	40	C1	1.7	125	0.28	-59	-76	-11
			C1A	2.7	226	0.34	-47	-63	-9
			C2	20	1,956	1.5	-10	-12	7
			C3	20	1932	1.5	-9	-12	7
	>42	75	C1	4.4	139	0.28	6	-73	-11
			C1A	5.4	239	0.34	5	-60	-8
			C2	23	1,951	1.5	2.8	-12	7
			C3	23	1,926	1.5	2.7	-12	7
Río San Juan	31-38	35	SJ1	2.4	221	0.83	63	-13	629
			SJ1A	3.9	353	0.93	41	-11	377
			SJ2	22	2,252	2.1	4	-9	53
	>38	75	SJ1	1.7	227	0.13	16	-11	13
			SJ1A	3.2	365	0.22	14	-8	13
			SJ2	22	2,356	1.4	1	-4	1

Nota: m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 3-14 Profundidades del Agua y Anchos Superiores Húmedos en los Nodos P1, C1 y SJ1 en la Fase de Cierre y Post-cierre

Cuenca de Drenaje	Años a los que se Aplica la Toma Fija	Año para el que se Asume la Toma Fija	Nodo	Condiciones de Caudal Anual Promedio				Condiciones de Caudal Mínimo			
				Profundidad del Agua		Ancho Superior Húmedo		Profundidad del Agua		Ancho Superior Húmedo	
				Valor [m]	Cambio a Partir de la Línea Base [porcentaje]	Valor [m]	Cambio a Partir de la Línea Base [porcentaje]	Valor [m]	Cambio a Partir de la Línea Base [porcentaje]	Valor [m]	Cambio a Partir de la Línea Base [porcentaje]
Río Petaquilla	43-45	45	P1	0.49	7	12	2	0.32	68	9.7	79
	46-53	50	P1	0.44	-4	12	-2	0.17	-11	5.0	-8
	>53	75	P1	0.47	2	12	1	0.17	-11	5.0	-7
Río Caimito	28-30	29	C1	0.85	-12	13	-9	0.34	-3	4.4	-5
	31-38	35	C1	1.12	15	15	10	0.34	-3	4.5	-4
	39-42	40	C1	0.69	-29	8.6	-39	0.34	-3	4.5	-4
	>42	75	C1	0.99	2	14	1	0.34	-3	4.5	-4
Río San Juan	31-38	35	SJ1	0.50	22	18	2	0.34	183	17	127
	>38	75	SJ1	0.44	7	18	1	0.13	8	7.7	2

Nota: m = metros.

Durante la fase inicial del cierre, se comenzará a rehabilitar los depósitos de almacenamiento de roca estéril de las cuencas Botija y Petaquilla y la IMR, para lo cual se ha planeado que haya cierta descarga de caudales de estas instalaciones al ambiente. Así, la escorrentía proveniente de los depósitos de almacenamiento de roca estéril suroeste y Botija sur contribuirá a las descargas al medio ambiente. El balance de aguas del sitio de la mina indica que la poza de agua de la IMR y los tajos estarán manejados activamente durante la etapa de cierre inicial para sostener los procesos mineros. Toda descarga al medio ambiente desde estos tres cuerpos de agua dependerá del manejo activo del agua, trayendo las siguientes consecuencias en los caudales:

- Los caudales mínimos y promedio que descargarán en el Río Caimito serán bajos en comparación con las condiciones de línea base en el momento que las lagunas de los tajos se estén llenando (el tajo Botija durante los años 28 a 30 y el tajo Colina durante los años 39 y 42).
- Los caudales mínimos y promedio que descargarán en los ríos Petaquilla y Botija serán mayores que los caudales de línea base, ya que se tendrá que liberar el agua de los tajos Colina y Botija cuando los relaves se coloquen en estos cuerpos de agua (que ocurrirá en los años 43 a 45 en el tajo Colina y en los años 31 a 38 en el tajo Botija).
- Los caudales mínimos y promedio que descargarán en el Río Petaquilla serán bajos en comparación con los caudales de línea base mientras que el tajo Valle Grande no contribuya a la descarga en el ambiente y no se planifique una disposición de relaves y por ende un influjo de agua en el tajo Colina (años 46 a 53).

Se ha pronosticado que los caudales máximos en los nodos de evaluación se reducirán durante la fase de cierre. La poza de agua de la IMR atenuará el caudal máximo que descargará en el Río Caimito. Por su parte, los tajos atenuarán los caudales máximos en los ríos Petaquilla y Botija cuando se estén llenando y descargando al ambiente, o simplemente no contribuirán con ninguna descarga de agua mientras los tajos se estén minando o llenando.

La magnitud de los cambios en los caudales durante la etapa de cierre es la siguiente:

- Caudales máximos para la evaluación de la inundación de asentamientos humanos: casi nulos debido a que todos los caudales máximos durante la fase de construcción son menores a los caudales de línea base.
- Caudales máximos y mínimos para la evaluación de los procesos de inundación y geomorfológicos ribereños:
 - Etapa de cierre inicial: altos en P1, P2, P3, C1, C1A, SJ1, SJ1A y SJ2 (es decir, habrá un cambio mayor al 30%), y bajos en C2 y C3 (cambios en el orden del 10 y 20%).

- Etapa de post-cierre a largo plazo: altos en P1, C1 y C1A; bajos en P2, P3, C2, C2, SJ1 y SJ1A, y casi nulo en SJ2.

Los cambios en las profundidades del agua y los anchos superiores húmedos en los nodos P1, C1 y SJ1 (Tabla 3-12) son proporcionalmente menores a los cambios en los caudales.

3.7 CONFIANZA DE LAS PREDICCIONES

La confianza de las predicciones de los regímenes de caudal depende de lo siguiente:

- los supuestos asociados a las contribuciones de agua subterránea en el caudal (es decir, el caudal base);
- la cantidad de registros de datos hidrométricos disponibles para entender las variaciones estacionales de los caudales base;
- el nivel de desarrollo del plan de manejo de agua superficial durante el transcurso de la vida de la mina; y
- el grado o error intrínseco en los modelos desarrollados para la evaluación.

Los supuestos asociados al modelo de agua subterránea desarrollado para el Proyecto se tratan en la Sección 9.1.5 del EsIA. Este modelo proporcionó un caudal base anual promedio en el nodo de evaluación, calculándose el caudal base para el caudal promedio y mínimo con el supuesto de que este componente variará proporcionalmente con la precipitación. Éste es un supuesto conservador y no considera que la napa freática podría responder lentamente a los cambios en la precipitación. Se tiene la confianza suficiente de que no se ha sobreestimado los caudales base, pero que sí pueden haberse subestimado ligeramente los caudales mínimos.

Los datos hidrométricos y de precipitación que se encuentran disponibles para la mina se derivan de los datos obtenidos en cinco estaciones hidrométricas con aproximadamente 16 meses de mediciones continuas y mediciones de caudal específicas en nueve ubicaciones. Cuando esta cantidad de registros se ve complementada con registros de largo plazo provenientes de estaciones regionales, se logra tener información suficiente que permite establecer características de largo plazo de la precipitación y escurrimiento para el AEI del Proyecto. El monitoreo hidrométrico y climático constante ofrecerá información adicional para validar estos datos.

El balance de aguas del sitio de la mina (AMEC 2009) ofrece una caracterización de la infraestructura principal de manejo de aguas dentro del ADP-M, la cual ha sido complementada con información adicional relacionada con las instalaciones mineras

principales (es decir, los tajos). Los supuestos que se presentan en la Sección 2 también establecen las características de enrutamiento que se necesitan para los estanques que van a liberar agua al ambiente. Se tienen una confianza moderada de que estos datos de apoyo permitan calcular una estimación adecuada de los efectos que pudiere causar el Proyecto en la cantidad del agua. Esta evaluación deberá validarse para refinar mejor el plan de minado.

Todos los modelos que se han desarrollado para evaluar la hidrología del agua superficial están sujetos a cierto margen de error. No obstante, los supuestos que se presentan en la Sección 2 y que se han incorporado en los modelos están enfocados a ser conservadores, a fin de reducir el riesgo de subestimar los efectos del Proyecto en la cantidad del agua.

4 FORMAS DEL TERRENO Y SISTEMAS DE DRENAJE SOSTENIBLES DESPUÉS DEL CIERRE

4.1 MÉTODOS DE EVALUACIÓN

El plan de cierre del área que se encuentra dentro del ADP (es decir, el ADP-M y el ADP-P) incluirá características de formas del terreno y de drenaje que se tiene la intención de mantener de manera permanente. Estas características deberán tener los mismos patrones que los sistemas de drenaje y las formas del terreno natural en términos de estabilidad, fortaleza, duración y mecanismos de auto-reparación.

El sistema de drenaje y las formas del terreno de la fase del cierre en el ADP contendrán muchas características, como canales, pilas cubiertas para el almacenamiento de mineral de baja ley y de saprolita, depósitos de almacenamiento de roca estéril también cubiertos, la IMR con su embalse y su poza de limpieza y tres lagunas de tajos que se formarán al llenar los tajos Botija, Valle Grande y Colina. Estas características deben diseñarse tomando como base analogías naturales, y deberán estar sujetas a las mismas condiciones climáticas, topográficas y de suelos de la zona. Aunque es imposible volver a tener los sistemas de drenaje naturales originales en el ADP, sí es posible tener la misma estabilidad y fortaleza que los sistemas de drenaje originales.

El criterio de diseño propuesto (Tabla 4-1) se basa en un método geomorfológico fluvial que promueve un sistema dinámico que puede acomodar cambios evolutivos sin acelerar la erosión o causar impactos ambientalmente inaceptables. Este método se basa en el reconocimiento de que los sistemas de drenaje van a cambiar naturalmente con el tiempo. Estos tipos de cambios similares también se anticipan en los sistemas de drenaje del cierre, lo cual permite que el diseño y la construcción incluyan sistemas de drenaje fuertes, equipados con líneas de defensa de segundo y tercer nivel. Los tipos de cambios anticipados para los sistemas de drenaje del cierre incluyen lo siguiente:

- deposición de los sedimentos que podría incrementar el nivel del lecho del canal y reducir la capacidad de transporte del mismo;
- erosión del lecho del canal que podría reducir su estructura, degradándolo;
- erosión (ensanchamiento del canal) o deposición (que permitiría la invasión de vegetación ribereña, estrechando el canal) de los lados del canal;

Tabla 4-1 Criterio de Diseño Propuesto para Desarrollar los Sistemas de Drenaje del Cierre

Criterio de Diseño	Consideraciones para el Diseño o Características Proporcionadas para los Sistemas de Drenaje
sostenibilidad en períodos geológicos	ciertas estructuras que podrían provocar el rápido deterioro de las formas del terreno en el caso que ocurriera un evento de precipitación extrema, como por ejemplo presas y reservorios, deben excluirse de las formas del terreno en el cierre; los canales deben estar sujetos a un cambio gradual con los periodos geológicos, y las formaciones de sedimentos provenientes de las superficies rehabilitadas deberán ser parecidas a aquéllas que tengan sistemas naturales similares
efectividad del drenaje	la efectividad de drenaje y la estabilidad de las formas del terreno deben ser similares a las condiciones naturales
canal en régimen	los canales del régimen deben diseñarse seleccionando los parámetros de canal apropiados según las condiciones hidrológicas y del suelo, y deberán imitar las analogías naturales
dimensiones del canal	las dimensiones del canal y las proporciones de ancho - profundidad deben seleccionarse tomando como base las relaciones de los regímenes; la forma transversal del canal debe imitar los canales naturales del régimen equivalente
talud del canal	los taludes primarios y secundarios del canal de drenaje deben diseñarse tomando como base las relaciones de los regímenes
sinuosidad del canal	los canales deben tener un patrón sinuoso para imitar los sistemas naturales y reducir así los taludes en los lechos de los canales
planos de inundación	los canales de drenaje principales deben tener un tamaño tal que permita transportar los caudales mínimos y pequeñas cargas de agua provenientes de eventos de inundación frecuentes; los planos de inundación deben contar con canales para inundación que puedan transportar grandes caudales y soportar eventos de inundación de consideración con intervalos de recurrencia bajos
densidad de descarga de los canales de drenaje secundario	los canales de drenaje secundarios deben construirse en formas del terreno rehabilitadas para ajustarlos a la densidad de drenaje característica del terreno natural
canales en terrenos con boleos	en los casos que los canales no puedan cumplir con las especificaciones de control de erosión que se indican abajo, se deberá colocar una capa con boleos debajo del canal y a los lados del mismo, con una capa de protección inicial en el lecho del canal; el diámetro medio de esta capa de boleos se establecerá en función a la velocidad del agua del canal
protección del canal contra la erosión	los canales del régimen deben caracterizarse por tener sedimentos en equilibrio y deben estar sujetos a la evolución gradual con el paso de los periodos geológicos; esta medida traerá como resultado índices de erosión relativamente bajos para los canales de régimen no cubierto, de la siguiente manera: - erosión insignificante durante un evento de inundación de 1 en 10 años - erosión moderada durante un evento de inundación de 1 en 100 años - erosión de consideración durante un evento de Inundación Máxima Probable (IMP), sin falla catastrófica las velocidades de caudal máximo en los canales ubicados en suelos arenosos se detallan a continuación (estas velocidades permitirán la evolución gradual de la morfología del canal con el tiempo); es necesario recalcar que estos criterios deben confirmarse con un estudio detallado local: - evento de inundación de 1 en 2 años: 0.5 m/s - evento de inundación de 1 en 10 años: 1.0 m/s - evento de inundación de 1 en 100 años: 1.5 m/s - IMP: 2.0 m/s. las velocidades de caudal máximas en los canales de boleos son las siguientes (estas velocidades permitirán la evolución gradual de la morfología del canal con el tiempo): - evento de inundación de 1 en 2 años: 1.0 m/s - evento de inundación de 1 en 10 años: 1.5 m/s - evento de inundación de 1 en 100 años: 2.0 m/s - IMP: 3.0 m/s
lagunas de los tajos, embalse de agua de la instalación de manejo de relaves y poza de limpieza	estos cuerpos de agua deben tener una zona con vegetación litoral que ocupe entre 10 y 30% del área de la superficie de la laguna, a fin de asegurar la productividad biológica; la profundidad promedio del agua en la zona litoral debe ser de aproximadamente 0.5 m; la zona litoral debe protegerse con un rompeolas diseñado para proteger el área contra las olas asociadas a eventos de viento de 1 en 100 años; el rompeolas permitirá el desarrollo inicial de la zona litoral, por lo que debe diseñarse para evitar daños en un evento de vientos de 1 en 100 años y para que permita aproximadamente un 5% de daño en un evento de viento de 1 en 1,000 años; este criterio modesto es aceptable debido a que la protección de estos cuerpos de agua no es un asunto de mayor preocupación y debido a que la erosión de la línea costera no sería un peligro para la contención o derrame de la laguna, por lo que no causaría ninguna sedimentación de consecuencias catastróficas

Notas: m/s = metros por segundo; m = metros; IMP= inundación máxima probable.

- crecimiento de vegetación en los lechos y lados del canal, lo cual aumentaría su aspereza y niveles de agua;
- reducción del ancho del canal debido a la sedimentación en uno de los lados que tenga más anchura que la normal;
- rebalse y subsecuente reubicación de los canales de drenaje debido a su sedimentación excesiva; y
- erosión y falla subsecuente de los lados debido a la inestabilidad de los taludes o abatimiento de la estructura.

Los canales naturales están en régimen y presentan un equilibrio en los sedimentos. La bibliografía existente cuenta con una buena cantidad de datos recolectados por especialistas en geomorfología fluvial, la cual sirve para correlacionar los regímenes con las condiciones hidrológicas, topográficas y del suelo. Estos datos darán la base para diseñar los canales en régimen que puedan imitar el carácter dinámico de los canales naturales, evitando el avance rápido y progresivo de la degradación o la deformación del canal.

Los canales de régimen tienen la capacidad de manejar eventos de inundación extremos. La reducción de la velocidad de los caudales durante eventos de inundación extrema se logra al construir canales de drenaje en estructuras de descarga de poca profundidad o valles de manera bien definida, como si fueran sistemas de drenaje naturales. La llanura de inundación, las lagunas de los tajos, la poza de agua de la IMR y la poza de limpieza ofrecerán mayor almacenamiento para atenuar las descargas de inundación máxima.

4.2 MITIGACIÓN

Es posible que algunas superficies rehabilitadas (como por ejemplo los depósitos de almacenamiento de roca estéril y las pilas de almacenamiento) puedan ser vulnerables a la erosión y socavamiento debido a los materiales erosionables que puedan contener y los taludes laterales relativamente empinados de sus superficies. El plan de cierre describirá de manera conceptual el desarrollo de unas formas del terreno rehabilitado que sean sostenibles que tendrán la capacidad de acomodar cambios evolutivos y de equilibrio dinámico sin acelerar el socavamiento de la superficie. Estos sistemas dinámicos cuentan con formas de drenaje resistentes con varias líneas de defensa, y tienen la capacidad de autorepararse, asegurando así la sostenibilidad a largo plazo tal como lo hacen las formas del terreno naturales.

Los depósitos de almacenamiento de roca estéril rehabilitada y las pilas que se recuperarán en el cierre se configurarán de tal manera que incluirán una topografía variable, como los canales de drenaje poco profundos, las salidas de agua con pasto, y

las cubiertas con vegetación tierra arriba en los lomos de las estructuras, a fin de contar con una densidad de drenaje adecuada que evite el socavamiento de las superficies grandes con taludes uniformes. Los depósitos de almacenamiento de roca estéril y la pila de almacenamiento de mineral de baja ley estarán cubiertos con saprolita mezclada con la materia orgánica que se guardó en el proceso de desbroce de la vegetación. Estas superficies volverán a vegetarse y se espera que al final crezcan como un bosque secundario. Las pilas de saprolita restantes en la IMR se mezclarán con materia orgánica y luego se volverán a vegetar, esperando que sus superficies también formen un bosque secundario.

La planta y el campamento minero también se dismantelarán durante la fase de cierre y, de ser necesario, también se retirará el suelo contaminado. Estas áreas superficiales se cubrirán con suelo vegetal de saprolita mezclado con materia orgánica, que luego se volverán a vegetar, esperándose que se forme un bosque secundario en los lugares en donde los cimientos de concreto de las instalaciones mineras estén fracturados (o que al menos estén cubiertos con pasto). Las superficies de la presa de la IMR también se cubrirán con saprolita mezclada con materia orgánica, y luego se volverán a revegetar para que formen una cubierta de pasto. La vegetación de madera que se formare en el área se irá retirando periódicamente de las presas de la IMR luego de la etapa del cierre para mantener la integridad de estas estructuras.

El sistema de drenaje de cierre que se encontrará dentro del ADP estará diseñado para que tenga la capacidad de acomodar cargas evolutivas y de equilibrio dinámico sin acelerar la erosión del canal. El diseño del sistema de drenaje sostenible dentro del ADP incluirá las siguientes medidas o características:

- Todas las superficies rehabilitadas estarán diseñadas y construidas con redes de drenaje maduras que tendrán densidades de drenaje sostenibles características de los diferentes tipos de superficies rehabilitadas. La densidad de drenaje se define como la longitud del canal por área de drenaje unitaria.
- Todos los canales de descarga principales se construirán “en régimen”, imitando las relaciones geomorfológicas que exhiben los cursos de agua naturales, que se traduce en formas transversales, profundidad del canal, talud y patrones serpenteantes en lo que se refiere a descarga, material del lecho y gradiente del valle. La determinación de las relaciones geomorfológicas estará sustentada por los reconocimientos geomorfológicos realizados antes de la construcción y durante las etapas de construcción, operaciones y cierre. También se incluirá planos de inundación para acomodar eventos de inundación extremos, incluyendo un evento de 1 en 100 años, sin que ello produzca una erosión excesiva o una acumulación de sedimentos.
- Las tres lagunas de los tajos, la poza de agua de la IMR y la poza de limpieza ayudarán a atenuar las descargas de caudal máximas en los canales que se encuentren aguas abajo, a fin de ayudar a minimizar las velocidades de caudal y

por ende la erosión del canal. La línea costera se protegerá contra la erosión cuando sea necesario, a fin de resguardar las áreas litorales de una posible erosión causada por las olas. Los cuerpos de agua también asentarán los sedimentos que acompañarán las escorrentías provenientes de las superficies rehabilitadas y minimizarán los riesgos de un aumento en la carga de sedimentos que descargarán en el cuerpo receptor.

Al contar con estas medidas de mitigación para minimizar el socavamiento y la erosión del canal, se maximiza la sostenibilidad del sistema de drenaje del cierre.

4.3 IMPACTOS RESIDUALES

Es posible que con el pasar de los años las lagunas de los tajos y la poza de agua de los relaves se llene de sedimentos. Se espera que esta acumulación de sedimentos esté en el orden de las 90 a 380 toneladas/año/km² (Anexo VIII). De manera conservadora, se asume que los sedimentos alcanzarán una acumulación máxima anual de 380 toneladas/año/ km² con las descargas provenientes de la vertiente, con lo que la densidad de los sedimentos llegará a ser de 2,600 kilogramos por metro cúbico (kg/m³). La Tabla 4-2 muestra el tiempo que se necesitará para llenar cada uno de los tajos y la poza de agua de la IMR, el cual se predice estará en el orden de aproximadamente 5,000 a 900,000 años, a una velocidad de acumulación de 380 toneladas/año/km². Este periodo podría incluso extenderse si es que se asume una velocidad de acumulación de sedimentos más baja.

Tabla 4-2 Tiempo que se Necesita para Llenar los Tajos Mineros y la Instalación de Manejo de Relaves con Sedimentos

Instalación Minera	Área de Contribución [km ²]	Volumen de Almacenamiento [millones de m ³]	Tiempo de Llenado Aproximado a una Acumulación de Sedimentos Máxima Esperada [años]
tajo Botija	0.92	1.0	7,000
tajo Colina	1.3	76	400,000
tajo Valle Grande	1.5	200	900,000
instalación de relaves	21	14	5,000

Notas: km² = kilómetros cuadrados; m³ = metros cúbicos.

4.4 CONFIANZA DE LA PREDICCIÓN

La confianza en la predicción de la sostenibilidad de las formas del terreno y el drenaje de cierre está influenciada por la cantidad y calidad de la información de línea base, la confianza en las técnicas de análisis, la efectividad de las medidas de mitigación y el posible cambio climático, tal y como se describe a continuación:

- Las características de las cuencas naturales sobre la base de las cuales se elabora el diseño de las formas del terreno y los sistemas de drenaje de cierre se puede derivar de los mapas topográficos existentes y de los reconocimientos en campo. La información de línea base puede ofrecer los datos iniciales para el diseño de los sistemas de drenaje y formas del terreno de cierre, los cuales posteriormente pueden complementarse con estudios geomorfológicos adicionales si es que fuera necesario.
- Los cálculos del diseño se basarán en los datos regionales y la amplia bibliografía existente referente a la geomorfología. Se considera que los parámetros geomorfológicos son representativos de las condiciones a largo plazo. Se espera que el sistema de drenaje y las formas del terreno de cierre del ADP sean estructuras estables, seguras, fuertes, que se puedan autosostener durante los diferentes periodos geológicos, y que tengan los mismos niveles de aspereza y características de acumulación de sedimentos que las formas del terreno y sistemas de drenaje naturales. Por lo tanto, se tiene un nivel de confianza de alto a moderado en lo referente a la predicción de la sostenibilidad a largo plazo del diseño de los sistemas de drenaje y las formas del terreno del cierre.
- Los sistemas de drenaje y las formas del terreno de cierre del Proyecto estarán diseñados para que puedan tener características de acumulación de sedimentos superficiales similares a las formas del terreno naturales, así como índices de erosión en los canales similares a los sistemas de drenaje naturales. Existe un nivel de confianza de moderado a alto en que los sistemas de drenaje y las formas del terreno de cierre serán sostenibles durante un plazo largo.
- El sistema de drenaje y las formas del terreno de cierre se han diseñado para que puedan acomodar cambios evolutivos sin acelerar el socavamiento de la superficie o la erosión del canal. Los posibles efectos relacionados con el cambio climático que pudieran haber en los caudales serían graduales. Así, existe un nivel de confianza de moderado a alto en que los sistemas de cierre podrían acomodar tales cambios.

ANEXO XXV

APÉNDICE A

CAUDALES MENSUALES PROMEDIO EN LOS NODOS DE EVALUACIÓN

Tabla 1 Predicción del Caudal Mensual Promedio Proveniente del Área de Desarrollo del Proyecto en las Instalaciones Mineras que Descargarían en el Río Petaquilla

Fase	Año de Aplicación	Año de la Toma Fija	Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
línea base	no se aplica	0	caudal (m³/s)	1.1	0.74	0.62	1.2	1.5	1.3	1.5	1.4	1.1	1.4	2.1	1.8	1.3
			porcentaje del caudal anual de línea base	83	57	48	90	112	98	113	109	82	105	162	139	100
construcción	<0 ^(a)	4	caudal (m³/s)	1.1	0.78	0.65	1.2	1.5	1.3	1.5	1.5	1.1	1.4	2.2	1.9	1.3
			porcentaje del caudal anual de línea base	87	60	50	94	117	100	114	113	85	108	167	144	103
operaciones	5-37	25	caudal (m³/s)	0.32	0.22	0.18	0.35	0.43	0.36	0.41	0.41	0.31	0.39	0.61	0.53	0.38
			porcentaje del caudal anual de línea base	25	17	14	27	33	28	32	32	24	30	47	41	29
	38-42	40	caudal (m³/s)	0.55	0.35	0.31	0.58	0.73	0.60	0.71	0.71	0.52	0.68	1.0	0.91	0.64
			porcentaje del caudal anual de línea base	42	27	24	45	56	47	55	55	40	52	79	70	49
cierre/ post-cierre	43-45	45	caudal (m³/s)	1.7	1.3	1.3	1.8	2.1	1.9	2.0	2.0	1.7	2.0	2.6	2.4	1.9
			porcentaje del caudal anual de línea base	132	102	97	136	161	143	158	158	130	153	203	187	147
	46-53	50	caudal (m³/s)	1.0	0.63	0.56	1.1	1.4	1.1	1.3	1.3	1.0	1.3	1.9	1.7	1.2
			porcentaje del caudal anual de línea base	79	49	43	82	107	89	104	104	76	99	149	133	93
	>53	75	caudal (m³/s)	1.4	0.86	0.76	1.5	1.9	1.6	1.9	1.9	1.4	1.8	2.7	2.4	1.7
			porcentaje del caudal anual de línea base	109	66	58	113	149	124	145	145	107	139	210	186	130

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notes: < = menor que; > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 2 Predicción del Caudal Mensual Promedio Proveniente del Área de Desarrollo del Proyecto en las Instalaciones Mineras que Descargarían en el Río Caimito - Caudales Aplicables a los Nodos de Evaluación C1 y C1A

Fase	Año de Aplicación	Año de la Toma Fija	Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
línea base	no se aplica	0	caudal (m³/s)	2.8	1.9	1.6	3.1	3.9	3.4	4.0	3.7	2.8	3.6	5.6	4.8	3.5
			porcentaje del caudal anual de línea base	82	55	47	89	112	99	117	108	81	105	164	138	100
construcción	<0 ^(a)	0	caudal (m³/s)	3.0	2.0	1.7	3.2	4.0	3.4	4.0	3.9	2.9	3.7	5.7	4.9	3.5
			porcentaje del caudal anual de línea base	86	59	49	93	116	99	115	112	84	107	166	143	103
operaciones	0-27	23	caudal (m³/s)	4.2	2.2	1.9	4.4	6.1	4.9	5.9	5.9	4.1	5.6	8.8	7.7	5.2
			porcentaje del caudal anual de línea base	122	65	56	128	177	143	172	172	120	164	254	224	150
cierre/ post-cierre	28-30	29	caudal (m³/s)	1.0	0.33	0.32	0.39	1.1	1.7	2.6	2.6	0.92	2.3	5.4	4.4	1.9
			porcentaje del caudal anual de línea base	30	10	9	11	31	48	76	76	27	68	156	127	56
	31-38	35	caudal (m³/s)	4.5	2.6	2.3	4.7	6.3	5.2	6.1	6.1	4.4	5.9	8.9	7.9	5.4
			porcentaje del caudal anual de línea base	132	77	67	137	183	150	177	178	128	170	259	230	158
	39-42	40	caudal (m³/s)	0.39	0.33	0.33	0.40	0.44	0.40	0.43	0.43	0.38	0.42	3.7	2.9	0.88
			porcentaje del caudal anual de línea base	11	10	9	11	13	12	13	13	11	12	107	85	26
	>42	75	caudal (m³/s)	2.9	1.6	1.3	3.1	4.2	3.4	4.1	4.1	2.9	3.9	6.1	5.4	3.6
			porcentaje del caudal anual de línea base	85	45	38	89	122	99	119	119	83	113	178	156	104

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notes: < = menor que; > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 3 Predicción del Caudal Mensual Promedio Proveniente del Área de Desarrollo del Proyecto en las Instalaciones Mineras que Descargarían en el Río Caimito - Caudales Aplicables a los Nodos de Evaluación C2 y C3

Fase	Año de Aplicación	Año de la Toma Fija	Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
línea base	no se aplica	0	caudal (m³/s)	2.8	1.9	1.6	3.1	3.9	3.4	4.0	3.7	2.8	3.6	5.6	4.8	3.5
			porcentaje del caudal anual de línea base	82	55	47	89	112	99	117	108	81	105	164	138	100
construcción	<0 ^(a)	0	caudal (m³/s)	3.0	2.0	1.7	3.2	4.0	3.4	4.0	3.9	2.9	3.7	5.7	4.9	3.5
			porcentaje del caudal anual de línea base	86	59	49	93	116	99	115	112	84	107	166	143	103
operaciones	0-27	23	caudal (m³/s)	4.3	2.3	2.0	4.5	6.2	5.0	6.0	6.0	4.2	5.7	8.9	7.8	5.3
			porcentaje del caudal anual de línea base	125	68	58	131	179	145	174	174	123	166	257	226	153
cierre/ post-cierre	28-30	29	caudal (m³/s)	1.1	0.43	0.42	0.49	1.2	1.8	2.7	2.7	1.0	2.4	5.5	4.5	2.0
			porcentaje del caudal anual de línea base	33	12	12	14	34	51	79	79	30	71	159	130	59
	31-38	35	caudal (m³/s)	4.6	2.7	2.4	4.8	6.4	5.3	6.2	6.2	4.5	6.0	9.0	8.0	5.5
			porcentaje del caudal anual de línea base	135	80	70	140	186	153	180	180	131	173	262	233	161
	39-42	40	caudal (m³/s)	0.49	0.43	0.43	0.50	0.54	0.50	0.53	0.53	0.48	0.52	3.8	3.0	0.98
			porcentaje del caudal anual de línea base	14	13	12	14	16	15	15	15	14	15	110	88	29
	>42	75	caudal (m³/s)	3.0	1.7	1.4	3.2	4.3	3.5	4.2	4.2	3.0	4.0	6.2	5.5	3.7
			porcentaje del caudal anual de línea base	88	48	41	92	125	102	122	122	86	116	181	159	107

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notes: < = menor que; > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 4 Predicción del Caudal Mensual Promedio Proveniente del Área de Desarrollo del Proyecto en las Instalaciones Mineras que Descargarían en el Río San Juan

Fase	Año de Aplicación	Año de la Toma Fija	Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
línea base	no se aplica	0	caudal (m³/s)	0.62	0.43	0.36	0.68	0.84	0.72	0.79	0.81	0.62	0.79	1.2	1.0	0.74
			porcentaje del caudal anual de línea base	84	59	48	91	113	97	107	109	84	106	157	139	100
construcción	<0 ^(a)	0	caudal (m³/s)	0.77	0.53	0.44	0.83	1.0	0.87	0.99	0.99	0.75	0.95	1.5	1.3	0.91
			porcentaje del caudal anual de línea base	104	72	60	113	139	118	134	134	101	129	198	172	123
operaciones	0-16	15	caudal (m³/s)	0.10	0.07	0.06	0.11	0.14	0.12	0.13	0.13	0.10	0.13	0.20	0.17	0.12
			porcentaje del caudal anual de línea base	14	10	8	15	18	16	18	18	13	17	26	23	16
	17-30	25	caudal (m³/s)	0.52	0.33	0.30	0.55	0.70	0.58	0.68	0.67	0.50	0.65	0.97	0.87	0.61
			porcentaje del caudal anual de línea base	71	45	41	75	94	78	91	91	67	87	132	117	83
cierre/ post-cierre	31-38	35	caudal (m³/s)	1.6	1.3	1.2	1.7	2.0	1.8	1.9	1.9	1.6	1.9	2.5	2.3	1.8
			porcentaje del caudal anual de línea base	222	175	166	227	266	238	261	261	219	254	333	306	244
	>38	75	caudal (m³/s)	0.93	0.59	0.52	0.97	1.3	1.1	1.2	1.2	0.91	1.2	1.8	1.6	1.1
			porcentaje del caudal anual de línea base	126	80	71	132	170	142	166	166	123	159	237	211	149

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notes: < = menor que; > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 5 Predicción del Caudal Mensual Promedio en el Nodo P1

Fase	Año de Aplicación	Año de la Toma Fija	Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
línea base	no se aplica	0	caudal (m³/s)	1.8	1.2	1.0	2.0	2.5	2.2	2.6	2.4	1.8	2.3	3.6	3.0	2.2
			porcentaje del caudal anual de línea base	82	56	47	89	112	99	116	108	81	105	163	138	100
construcción	<0 ^(a)	4	caudal (m³/s)	1.9	1.3	1.1	2.0	2.5	2.2	2.6	2.4	1.8	2.4	3.7	3.1	2.3
			porcentaje del caudal anual de línea base	84	57	48	91	115	101	118	111	83	107	167	142	102
operaciones	5-37	25	caudal (m³/s)	0.91	0.62	0.52	0.99	1.2	1.1	1.3	1.2	0.90	1.2	1.8	1.5	1.1
			porcentaje del caudal anual de línea base	41	28	24	45	56	49	58	54	41	52	82	69	50
	38-42	40	caudal (m³/s)	1.4	0.84	0.13	1.4	2.0	1.7	2.1	2.0	1.5	1.9	2.8	2.4	1.7
			porcentaje del caudal anual de línea base	64	38	6	64	90	79	97	93	67	88	129	109	77
cierre/ post-cierre	43-45	45	caudal (m³/s)	2.3	1.7	1.6	2.4	2.9	2.6	2.9	2.8	2.3	2.7	3.8	3.4	2.6
			porcentaje del caudal anual de línea base	104	78	72	108	130	116	130	128	103	124	172	154	119
	46-53	50	caudal (m³/s)	1.6	1.0	0.89	1.7	2.2	1.9	2.2	2.1	1.6	2.0	3.1	3.1	2.0
			porcentaje del caudal anual de línea base	72	46	40	77	99	84	99	96	71	92	140	142	88
	>53	75	caudal (m³/s)	2.0	1.3	1.1	2.1	2.7	2.3	2.7	2.7	2.0	2.6	3.9	3.4	2.4
			porcentaje del caudal anual de línea base	91	57	50	96	124	105	124	121	89	116	177	155	109

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notes: < = menor que; > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 6 Predicción del Caudal Mensual Promedio en el Nodo P2

Fase	Año de Aplicación	Año de la Toma Fija	Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
línea base	no se aplica	0	caudal (m³/s)	4.6	3.1	2.6	5.0	6.4	5.9	7.1	6.2	4.6	6.1	9.5	7.9	5.8
			porcentaje del caudal anual de línea base	79	53	45	86	112	102	123	108	80	105	165	136	100
construcción	<0 ^(a)	4	caudal (m³/s)	4.6	3.1	2.6	5.0	6.5	5.9	7.1	6.3	4.7	6.1	9.6	7.9	5.8
			porcentaje del caudal anual de línea base	80	54	46	87	113	102	124	109	81	106	166	138	101
operaciones	5-37	25	caudal (m³/s)	3.6	2.4	2.0	3.9	5.0	4.6	5.5	4.8	3.6	4.7	7.4	6.1	4.5
			porcentaje del caudal anual de línea base	62	42	36	68	87	79	96	84	63	82	129	107	78
	38-42	40	caudal (m³/s)	3.8	2.5	2.2	4.1	5.3	4.8	5.8	5.1	3.8	5.0	7.8	6.5	4.7
			porcentaje del caudal anual de línea base	66	44	38	71	92	83	100	89	66	86	135	112	82
cierre/ post-cierre	43-45	45	caudal (m³/s)	4.9	3.5	3.1	5.3	6.6	6.0	7.1	6.4	5.0	6.3	9.4	8.0	6.0
			porcentaje del caudal anual de línea base	86	61	54	92	115	104	123	112	86	109	163	139	104
	46-53	50	caudal (m³/s)	4.2	2.8	2.4	4.6	5.9	5.3	6.4	5.7	4.3	5.6	8.7	7.3	5.3
			porcentaje del caudal anual de línea base	74	48	42	80	103	92	111	100	74	97	151	126	92
	>53	75	caudal (m³/s)	4.7	3.0	2.6	5.0	6.5	5.8	7.0	6.3	4.7	6.1	9.5	8.0	5.8
			porcentaje del caudal anual de línea base	81	53	46	87	113	101	121	110	81	106	165	139	101

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notes: < = menor que; > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 7 Predicción del Caudal Mensual Promedio en el Nodo P3

Fase	Año de Aplicación	Año de la Toma Fija	Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
línea base	no se aplica	0	caudal (m³/s)	6.0	4.0	3.4	6.5	8.5	8.0	9.8	8.2	6.1	8.1	13	10	7.7
			porcentaje del caudal anual de línea base	78	52	45	85	111	104	127	107	80	105	166	136	100
construcción	<0 ^(a)	4	caudal (m³/s)	6.0	4.0	3.5	6.6	8.6	8.0	9.8	8.3	6.2	8.1	13	10	7.7
			porcentaje del caudal anual de línea base	79	52	45	86	112	104	127	108	81	106	167	136	101
operaciones	5-37	25	caudal (m³/s)	1.9	1.7	1.7	3.1	2.4	1.7	1.8	1.8	1.6	1.8	3.3	3.4	2.2
			porcentaje del caudal anual de línea base	25	22	22	40	31	22	24	24	21	23	44	45	28
	38-42	40	caudal (m³/s)	5.2	3.4	3.0	5.6	7.4	6.8	8.3	7.1	5.3	7.0	11	9.0	6.6
			porcentaje del caudal anual de línea base	67	45	39	73	96	88	108	93	69	91	143	117	86
cierre/ post-cierre	43-45	45	caudal (m³/s)	6.3	4.4	3.9	6.8	8.7	8.0	9.6	8.4	6.5	8.3	13	10	7.9
			porcentaje del caudal anual de línea base	83	57	51	89	114	105	126	110	84	108	164	137	102
	46-53	50	caudal (m³/s)	5.6	3.7	3.2	6.1	8.0	7.3	8.9	7.7	5.8	7.6	12	9.8	7.2
			porcentaje del caudal anual de línea base	74	48	42	80	104	96	117	101	75	99	155	128	93
	>53	75	caudal (m³/s)	6.1	3.9	3.4	6.5	8.6	7.8	9.5	8.3	6.2	8.1	13	11	7.7
			porcentaje del caudal anual de línea base	79	51	45	85	112	102	124	108	81	106	165	137	100

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notes: < = menor que; > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 8 Predicción del Caudal Mensual Promedio en el Nodo C1

Fase	Año de Aplicación	Año de la Toma Fija	Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
línea base	no se aplica	0	caudal (m³/s)	3.3	2.3	1.9	3.7	4.7	4.2	5.0	4.5	3.4	4.4	6.9	5.8	4.2
			porcentaje del caudal anual de línea base	79	55	47	88	112	100	119	108	81	105	164	138	100
construcción	<0 ^(a)	0	caudal (m³/s)	3.5	2.4	2.0	3.8	4.8	4.3	5.0	4.7	3.5	4.5	7.1	6.0	4.3
			porcentaje del caudal anual de línea base	84	57	48	92	116	102	120	112	84	108	169	142	103
operaciones	0-27	23	caudal (m³/s)	4.9	2.7	2.3	5.2	7.1	5.8	6.9	6.8	4.8	6.5	10.2	8.9	6.0
			porcentaje del caudal anual de línea base	117	65	55	124	169	138	166	164	115	156	243	213	144
cierre/ post-cierre	28-30	29	caudal (m³/s)	1.7	0.79	0.71	1.1	2.0	2.5	3.6	3.5	1.6	3.2	6.8	5.5	2.8
			porcentaje del caudal anual de línea base	41	19	17	27	48	60	86	84	38	77	162	133	66
	31-38	35	caudal (m³/s)	5.2	3.1	2.7	5.5	7.2	6.0	7.1	7.0	5.1	6.7	10.3	9.1	6.3
			porcentaje del caudal anual de línea base	125	74	65	131	173	144	170	168	122	161	247	217	150
	39-42	40	caudal (m³/s)	1.1	0.80	0.72	1.1	1.4	1.2	1.4	1.3	1.1	1.3	5.1	4.1	1.7
			porcentaje del caudal anual de línea base	26	19	17	27	33	30	34	32	25	31	122	98	41
	>42	75	caudal (m³/s)	3.6	2.0	1.7	3.8	5.2	4.3	5.1	5.0	3.6	4.8	7.5	6.6	4.5
			porcentaje del caudal anual de línea base	87	48	41	91	124	102	122	120	85	115	180	157	107

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notes: < = menor que; > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 9 Predicción del Caudal Mensual Promedio en el Nodo C1A

Fase	Año de Aplicación	Año de la Toma Fija	Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
línea base	no se aplica	0	caudal (m³/s)	4.1	2.8	2.4	4.5	5.8	5.2	6.2	5.6	4.2	5.4	8.5	7.1	5.2
			porcentaje del caudal anual de línea base	79	54	46	88	112	101	120	108	81	105	165	137	100
construcción	<0 ^(a)	0	caudal (m³/s)	4.3	2.9	2.5	4.7	5.9	5.3	6.3	5.7	4.3	5.6	8.7	7.3	5.3
			porcentaje del caudal anual de línea base	83	56	48	90	115	103	122	111	83	108	168	141	103
operaciones	0-27	23	caudal (m³/s)	5.7	3.2	2.8	6.0	8.2	6.8	8.2	7.9	5.6	7.6	12	10	7.0
			porcentaje del caudal anual de línea base	110	62	53	116	158	132	158	153	109	147	229	198	136
cierre/ post-cierre	28-30	29	caudal (m³/s)	2.5	1.3	1.2	2.0	3.1	3.6	4.9	4.6	2.4	4.3	8.4	6.9	3.8
			porcentaje del caudal anual de línea base	49	25	22	38	60	69	94	89	47	83	163	134	73
	31-38	35	caudal (m³/s)	6.0	3.6	3.2	6.3	8.4	7.1	8.4	8.1	5.9	7.8	12	10	7.3
			porcentaje del caudal anual de línea base	116	70	61	123	162	136	162	157	114	151	232	202	141
	39-42	40	caudal (m³/s)	1.9	1.3	1.2	2.0	2.5	2.3	2.7	2.4	1.9	2.4	6.8	5.5	2.7
			porcentaje del caudal anual de línea base	36	25	23	39	48	44	52	47	36	46	131	105	53
	>42	75	caudal (m³/s)	4.4	2.5	2.2	4.7	6.3	5.3	6.4	6.1	4.4	5.9	9.2	7.9	5.5
			porcentaje del caudal anual de línea base	85	49	42	90	122	103	123	118	85	113	178	153	106

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notes: < = menor que; > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 10 Predicción del Caudal Mensual Promedio en el Nodo C2

Fase	Año de Aplicación	Año de la Toma Fija	Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
línea base	no se aplica	0	caudal (m³/s)	17	11	9.9	19	25	23	28	24	18	23	37	30	22
			porcentaje del caudal anual de línea base	78	52	45	85	112	103	126	107	80	105	166	136	100
construcción	<0 ^(a)	0	caudal (m³/s)	17	12	10	19	25	23	28	24	18	23	37	30	22
			porcentaje del caudal anual de línea base	79	53	45	86	112	104	126	108	81	106	167	137	101
operaciones	0-27	23	caudal (m³/s)	19	12	11	21	27	25	30	26	19	26	40	34	24
			porcentaje del caudal anual de línea base	87	55	48	94	124	112	136	120	88	117	183	152	110
cierre/ post-cierre	28-30	29	caudal (m³/s)	16	10	8.9	17	22	21	27	23	16	22	37	30	21
			porcentaje del caudal anual de línea base	72	47	40	76	101	97	121	105	74	102	168	137	95
	31-38	35	caudal (m³/s)	19	13	11	21	28	25	30	27	20	26	41	34	25
			porcentaje del caudal anual de línea base	88	57	50	95	125	113	137	121	89	118	184	153	111
	39-42	40	caudal (m³/s)	15	10	8.9	17	22	20	24	21	16	21	35	29	20
			porcentaje del caudal anual de línea base	70	47	40	76	98	91	111	95	71	93	160	130	90
	>42	75	caudal (m³/s)	18	12	9.9	19	25	23	28	25	18	24	38	31	23
			porcentaje del caudal anual de línea base	81	52	45	88	115	105	128	112	82	109	171	142	103

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notes: < = menor que; > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 11 Predicción del Caudal Mensual Promedio en el Nodo C3

Fase	Año de aplicación	Año de la toma fija	Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
línea base	no se aplica	0	caudal (m³/s)	17	11	9.9	19	25	23	28	24	18	23	37	30	22
			porcentaje del caudal anual de línea base	78	52	45	85	111	104	127	107	80	105	166	136	100
construcción	<0 ^(a)	0	caudal (m³/s)	17	12	10	19	25	23	28	24	18	24	37	30	22
			porcentaje del caudal anual de línea base	79	52	45	86	112	104	127	108	81	106	167	137	101
operaciones	0-27	23	caudal (m³/s)	19	12	11	21	28	25	30	27	20	26	41	34	24
			porcentaje del caudal anual de línea base	86	55	47	93	124	112	136	119	88	117	183	152	110
cierre/ post-cierre	28-30	29	caudal (m³/s)	16	10	9.0	17	22	22	27	23	16	23	37	30	21
			porcentaje del caudal anual de línea base	72	46	40	75	101	97	122	105	74	102	168	137	95
	31-38	35	caudal (m³/s)	20	13	11	21	28	25	31	27	20	26	41	34	25
			porcentaje del caudal anual de línea base	88	57	49	95	125	113	137	120	89	118	184	153	111
	39-42	40	caudal (m³/s)	15	10	9.0	17	22	20	25	21	16	21	36	29	20
			porcentaje del caudal anual de línea base	69	46	40	75	98	92	112	95	71	93	160	130	90
	>42	75	caudal (m³/s)	18	12	10	19	26	23	29	25	18	24	38	31	23
			porcentaje del caudal anual de línea base	81	52	45	87	115	105	128	111	82	109	171	141	103

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notes: < = menor que; > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 12 Predicción del Caudal Mensual Promedio en el Nodo SJ1

Fase	Año de Aplicación	Año de la Toma Fija	Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
línea base	no se aplica	0	caudal (m³/s)	1.3	0.88	0.72	1.4	1.7	1.5	1.6	1.6	1.3	1.6	2.3	2.1	1.5
			porcentaje del caudal anual de línea base	84	59	48	91	114	98	106	110	86	108	155	139	100
construcción	<0 ^(a)	0	caudal (m³/s)	1.4	0.98	0.81	1.5	1.9	1.6	1.8	1.8	1.4	1.8	2.6	2.3	1.7
			porcentaje del caudal anual de línea base	94	65	54	102	127	108	120	122	94	119	176	156	112
operaciones	0-16	15	caudal (m³/s)	0.62	0.43	0.36	0.67	0.84	0.72	0.78	0.80	0.63	0.79	1.1	1.0	0.73
			porcentaje del caudal anual de línea base	41	29	24	45	56	48	53	54	42	53	77	69	49
	17-30	25	caudal (m³/s)	1.0	0.69	0.60	1.1	1.4	1.2	1.3	1.3	1.0	1.3	1.9	1.7	1.2
			porcentaje del caudal anual de línea base	70	47	40	75	94	79	89	90	69	88	129	115	82
cierre/ post-cierre	31-38	35	caudal (m³/s)	2.2	1.7	1.5	2.2	2.7	2.4	2.6	2.6	2.1	2.5	3.4	3.1	2.4
			porcentaje del caudal anual de línea base	145	111	102	150	179	158	173	175	144	171	229	209	162
	>38	75	caudal (m³/s)	1.5	0.96	0.83	1.5	2.0	1.7	1.9	1.9	1.5	1.9	2.7	2.4	1.7
			porcentaje del caudal anual de línea base	98	64	55	104	132	112	127	128	97	124	182	163	116

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notes: < = menor que; > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 13 Predicción del Caudal Mensual Promedio en el Nodo SJ1A

Fase	Año de Aplicación	Año de la Toma Fija	Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
línea base	no se aplica	0	caudal (m³/s)	2.3	1.6	1.3	2.5	3.2	2.8	2.9	3.1	2.4	3.1	4.2	3.8	2.8
			porcentaje del caudal anual de línea base	84	59	48	91	115	99	104	110	88	110	150	139	100
construcción	<0 ^(a)	0	caudal (m³/s)	2.5	1.7	1.4	2.7	3.4	2.9	3.1	3.2	2.6	3.2	4.5	4.1	3.0
			porcentaje del caudal anual de línea base	89	63	51	97	122	105	112	117	92	116	162	148	106
operaciones	0-16	15	caudal (m³/s)	1.9	1.3	1.1	2.0	2.6	2.2	2.3	2.5	2.0	2.5	3.3	3.1	2.2
			porcentaje del caudal anual de línea base	68	48	39	73	93	81	84	89	72	90	120	112	81
	17-30	25	caudal (m³/s)	2.3	1.6	1.3	2.5	3.1	2.7	2.9	3.0	2.4	3.0	4.1	3.8	2.7
			porcentaje del caudal anual de línea base	83	57	48	89	113	97	103	108	86	108	148	137	98
cierre/ post-cierre	31-38	35	caudal (m³/s)	3.4	2.5	2.3	3.6	4.4	3.9	4.1	4.3	3.5	4.2	5.6	5.2	3.9
			porcentaje del caudal anual de línea base	123	92	81	130	159	140	148	154	126	153	201	187	141
	>38	75	caudal (m³/s)	2.7	1.8	1.5	2.8	3.6	3.1	3.4	3.5	2.7	3.5	4.8	4.4	3.2
			porcentaje del caudal anual de línea base	96	65	55	102	131	112	121	126	99	125	173	159	114

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notes: < = menor que; > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.

Tabla 14 Predicción del Caudal Mensual Promedio en el Nodo SJ2

Fase	Año de Aplicación	Año de la Toma Fija	Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
línea base	no se aplica	0	caudal (m³/s)	18	13	10	19	25	22	22	24	19	24	31	29	21
			porcentaje del caudal anual de línea base	83	59	48	90	115	101	102	111	90	113	146	138	100
construcción	<0 ^(a)	0	caudal (m³/s)	18	13	10	20	25	22	22	24	19	24	32	30	22
			porcentaje del caudal anual de línea base	84	60	49	91	117	102	104	112	91	114	148	139	101
operaciones	0-16	15	caudal (m³/s)	17	12	9.9	19	24	21	21	23	18	23	30	28	21
			porcentaje del caudal anual de línea base	80	57	46	87	111	97	98	106	87	108	140	132	96
	17-30	25	caudal (m³/s)	18	12	10	19	24	21	22	23	19	24	31	29	21
			porcentaje del caudal anual de línea base	82	58	47	89	114	99	101	109	89	111	144	136	99
cierre/ post-cierre	31-38	35	caudal (m³/s)	19	13	11	20	26	22	23	25	20	25	32	30	22
			porcentaje del caudal anual de línea base	87	63	52	94	120	105	107	115	94	117	151	143	104
	>38	75	caudal (m³/s)	18	13	10	19	25	22	22	24	19	24	32	30	22
			porcentaje del caudal anual de línea base	84	60	49	91	117	102	104	112	91	114	148	140	101

^(a) Años previos al inicio de las operaciones mineras. La fase de construcción durará más de un año.

Notes: < = menor que; > = mayor que; m³/s = metros cúbicos por segundo.